

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

# DIPLOMOVÁ PRÁCE

**LIBEREC 2011**

**Bc. LENKA MOTÝLOVÁ**

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**

**FAKULTA TEXTILNÍ**

**OBJEKTIVNÍ HODNOCENÍ VZHLEDU  
PŘÍZE V PLOŠE**

**OBJECTIVE EVALUATION OF YARN  
APPEARANCE IN AREA**

**LIBEREC 2011**

**Bc. LENKA MOTÝLOVÁ**

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

## **P R O H L Á Š E N Í**

Byl (a) jsem seznámen (a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval (a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum 10. 5. 2011

Podpis

## **POĎAKOVANIE**

Ďakujem Ing. Eve Moučkovej, Ph.D., mojej vedúcej, za odbornú pomoc, vedenie a usmerňovanie počas celého priebehu spracovania mojej záverečnej diplomovej práce.

Zároveň ďakujem Ing. Petre Jiráskovej a prof. Ing. Petrovi Ursínymu, DrSc., mojím konzultantom, za odborné vedenie a pomoc počas konzultácií.

Ďakujem taktiež rodine a blízkym, ktorí ma po celý čas môjho štúdia psychicky a materiálne podporovali.

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá metodou pro objektivní hodnocení vzhledu příze v ploše.

Cílem práce bylo stanovit vhodnost použití vybraných statistických funkcí pro objektivní hodnocení vzhledu příze v ploše. Byly použity statistické funkce (plošná variační křivka, semivariogram), které jsou v literatuře navrženy a použity pro hodnocení povrchové nerovnoměrnosti netkaných textilií a tkanin. Na experiment byly použity etalony bavlněných přízí a také náviny reálných přízí různé kvality. Byl sledován průběh plošných variačních křivek a semivariogramů v závislosti na kvalitě příze.

V teoretické části práce jsou popsány poznatky o vzhledu příze, o hmotné nestejnoměrnosti příze, objektivním hodnocením příze v ploše. K tomu byla zvolena plošná variační křivka a semivariogram.

Ve druhé, experimentální části, je sledováno kolísání stupňů šedi jednotlivých obrazů etalonů přízí a návínů reálných přízí pomocí vybraných statistických funkcí. Je v ní zaznamenán postup celého experimentu a v závěru jeho vyhodnocení.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Vzhled příze, hmotná nestejnoměrnost, etalony bavlněných přízí, návín reálných přízí, plošná variační křivka, semivariogram.

## **ABSTRACT**

The thesis deals with the method of objective evaluation of the appearance of yarn in the area.

The aim of work was to determine the appropriateness of the use of selected statistical functions for objective evaluation of the appearance of the yarns in the area. There were used statistical functions (area variation curve, semivariogram), which are proposed in the literature and used to evaluate the surface unevenness of non-woven fabrics and woven fabric. For the experiment were used standards of cotton yarns, and also windings of the real yarns of different quality. It was watched the area variation curves and semivariograms depending on the quality of yarn.

In the theoretical part of work are describes the knowledge about the appearance of the yarns, about the mass irregularity of yarns, by objective evaluation of yarns in the area. To this was chosen area variation curve and semivariogram.

In the second, experimental part, is tracking variations in grayness degrees images of standards of yarns and windings of the real yarns by the selected statistical functions. There is recorded the procedure of the whole experiment and in the end of work is his evaluation.

## **KEY WORDS**

Yarn appearance, mass irregularity, standards of cotton yarns, winding of real yarn, area variation curve, semivariogram.

**OBSAH**

<b>Úvod .....</b>	<b>11</b>
<b>1. Teoretická časť .....</b>	<b>12</b>
1.1. Vzhľad priadze .....	12
1.2. Pojem nerovnomernosti .....	13
1.3. Hmotná nerovnomernosť .....	14
1.3.1. Vyjadrenie hmotnej nerovnomernosti .....	15
1.3.2. Prejav hmotnej nerovnomernosti priadze v plošnej textílii .....	18
1.3.3. Druhy chýb v priadzi .....	20
1.4. Objektívne hodnotenie vzhľadu priadze .....	22
1.4.1. Hodnotenie nerovnomernosti v ploche pomocou štatistických funkcií....	22
1.4.2. Plošná variačná krivka .....	23
1.4.3. Semivariogram.....	25
1.5. Program „Norma nerovnomernosť tkaniny“ .....	27
<b>2. Experimentálna časť .....</b>	<b>28</b>
2.1. Etalóny bavlnených priadzí.....	28
2.2. Reálne bavlnené priadze .....	30
2.3. Simulovaný návin ideálnej priadze .....	31
2.4. Hodnotenie nerovnomernosti obrazu priadzí pomocou plošných variačných kriviek .....	32
2.4.1. Etalóny bavlnených priadzí .....	32
2.4.2. Reálne bavlnené priadze .....	38
2.4.3. Simulovaný návin ideálnej priadze.....	40
2.5. Hodnotenie nerovnomernosti obrazu priadzí pomocou semivariogramov .....	43
2.5.1. Etalóny bavlnených priadzí .....	43
2.5.2. Reálne bavlnené priadze .....	55
2.5.3. Simulovaný návin ideálnej priadze.....	57
<b>3. Záver .....</b>	<b>62</b>
<b>4. Zoznam ilustrácií .....</b>	<b>64</b>
<b>5. Zoznam použitej literatúry .....</b>	<b>68</b>



**ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK**

$A$	plocha štvorca
$CCD$	(Charge - Coupled Device), v preklade zariadenie s viazanými nábojmi, elektronická súčiastka používaná na snímanie obrazovej informácie
$CTT$	(Constant Tension Tester), univerzálny dynamický testovací prístroj
$CV$	kvadratická hmotná nerovnomernosť [%]
$CV_f$	výrobná nerovnomernosť [%]
$CV_i$	variačný koeficient stupňov šedi v $i$ -tom štvorcovom poli o ploche $A$
$CV_{lim}$	limitná hmotná nerovnomernosť [%]
$CV_m$	strojová nerovnomernosť [%]
$CVB(A)$	vonkajší variačný koeficient stupňov šedi medzi štvorcami o ploche $A$ v obraze
$CVV(A)$	priemerný variačný koeficient stupňov šedi vnútri štvorcového poľa o ploche $A$
$ČSN$	Česká štátna norma
$d$	priemer
$dpi.$	(dots per inch), počet bodov (pixlov) na palec (inch = 2,54 cm), merná jednotka rozlíšenia obrazu
$e$	základ prirodzených logaritmov ( $e = 2,71828$ )
$G(lag)$	centrovaný semivariogram
$Gd(lag)$	centrovaný semivariogram na diagonále
$Go(lag)$	centrovaný semivariogram omni, všesmerový
$Gr(lag)$	centrovaný semivariogram v smere stĺpcov
$Gs(lag)$	centrovaný semivariogram v smere riadkov
$I$	index nerovnomernosti
$lag$	smerový (posunový) vektor ( $0^\circ, 90^\circ, 45^\circ$ )
$L$	dĺžka úseku
$\bar{m}$	stredná hodnota hmotnosti
$m(l)$	okamžitá hodnota hmotnosti dĺžkového úseku pradiarenskeho produktu
$n$	priemerný počet vlákien v priereze pradiarenskeho produktu
$n'$	všeobecný počet vlákien v priereze priadze

$n_c$	celkový počet zistených hodnôt
$n_j$	počet zistených hodnôt odpovedajúcich etalónu $j$
$N$	počet štvorcových plôch
$N(lag)$	počet dvojíc bodov oddelených o vzdialenosť $lag$ a orientovaných podľa vektoru $lag$
$px$	pixel
$P(n')$	pravdepodobnosť výskytu $n'$ vlákien v priereze priadze
$s$	smerodajná odchýlka
$s^2$	rozptyl
$S$	smerodajná odchýlka priemerných stupňov šedi vo štvorcoch o ploche $A$ obsiahnutých v obraze
$Sv_i$	smerodajná odchýlka stupňov šedi v $i$ -tom štvorcovom poli
$t$	jemnosť vlákien [tex]
$tiff$	(tagged image file format), grafický formát
$T$	jemnosť dĺžkového pradiarenskeho produktu [tex]
$U$	lineárna hmotná nerovnomernosť [%]
$U_{lim}$	limitná lineárna hmotná nerovnomernosť [%]
$v$	variačný koeficient [%]
$v_d$	variačný koeficient priemeru vlákien [%]
$v_p$	variačný koeficient prierezu vlákien [%]
$\bar{x}$	priemerná hodnota
$\bar{x}(n')$	stredná hodnota počtu vlákien
$x_j$	percentuálny podiel vzhľadom na priadze [%]
$\bar{X}$	priemerná hodnota stredných stupňov šedi vo štvorcoch o ploche $A$ obsiahnutých v obraze
$\bar{X}_i$	priemerná hodnota stupňov šedi v $i$ -tom štvorcovom poli
$z(x_i)$	priemerný stupeň šedi v mieste $x_i$
$\lambda$	vlnová dĺžka
$\lambda_l$	parameter Poissonovho rozdelenia
$\sigma^2(n')$	rozptyl počtu vlákien

## Úvod

Vzhľad priadze je dôležitá vlastnosť, ktorá je vyjadrená nerovnomernosťou hrúbky priadze a nečistotami vláknového a nevláknového pôvodu v priadzi. Nerovnomernosť priadze môžeme chápať ako variabilitu jej vzhľadu. Rozumieme ňou, kolísanie hmoty vlákien v priereze alebo v určitých dĺžkových úsekoch dĺžkového vláknového útvaru. Môže byť vyjadrená parametrami alebo charakteristickými funkciami. Vzhľad priadze okrem úrovne parametrov hmotnej nerovnomernosti určuje i počet chýb v priadzi (slabé miesto, silné miesto a nopky).

Vzhľad priadze je v praxi hodnotený subjektívne podľa normy ČSN 80 0704. Na zisťovanie vzhľadu priadze je pripravovaný návin na planiskopovej doske. Úroveň vzhľadu priadze sa hodnotí pomocou etalónov čistoty a vzhľadu priadze, kde účelom je zistiť ku ktorému etalónu sa najviac približuje vzhľad priadze.

Na objektívne hodnotenie vzhľadu priadze boli vyvinuté metódy sledovania úrovne vzhľadu priadze pomocou optického systému merania a zatriedenia vzhľadu priadze s využitím neurónových sietí, prezentované v prácach [7], [8]. Existuje aj metóda hodnotenia nerovnomernosti plošných textílií, popísaná v prácach [9], [10].

Metodikou zisťovania vzhľadovej nerovnomernosti tkaniny na základe kolísania stupňov šedi v obraze tkaniny, sa autori zaoberajú v prácach [11], [17], [23], kde variabilita vzhľadu je prezentovaná kolísaním stupňov šedi obrazu vyjadrenej pomocou štatistických funkcií (plošnej variačnej krivky a semivariogramov). Nasnímaním vzorky reálnej tkaniny a vygenerovaním vzhľadu tkaniny prístrojom Uster-Tester IV bol získaný potrebný obraz. Obraz v stupňoch šedi je rozdelený na štvorcovú sieť. V každom štvorci je zisťovaný stupeň šedi a následne je vyhodnotená variabilita stupňov šedi, ktorá vyjadruje nerovnomernosť tkaniny. [23]

Diplomová práca sa zaoberá možnosťami hodnotenia úrovne vzhľadu priadze navinutej na doske čiže v ploche, objektívne, pomocou vybraných štatistických funkcií - *plošnej variačnej krivky a semivariogramov*. Krivky sú výstupom programu „Norma nerovnomernosti tkanín.m“, skonštruovaného prof. Militkým v prostredí Matlab. Stávajúca metóda bude aplikovaná na hodnotenie vzhľadu priadze v ploche.

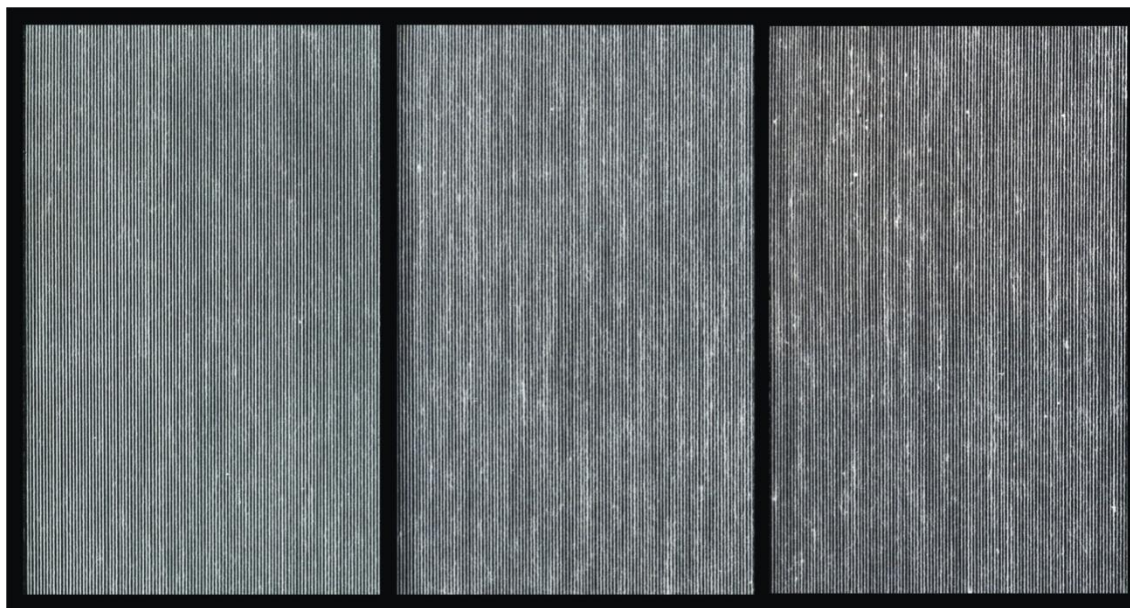
Cieľom práce je posúdenie vhodnosti použitia vonkajších plošných variačných kriviek a semivariogramov stupňov šedi zostrojených z obrazov etalónov priadzí rôznej úrovne vzhľadu a návinov reálnych priadzí rôznej kvality, na objektívne hodnotenie vzhľadu priadzí v ploche.

## 1. Teoretická časť

### 1.1. Vzhľad priadze

Jednou z dôležitých úžitkových vlastností je vzhľad priadze. Táto vlastnosť je predmetom hodnotenia napr. u rezných jednoduchých bavlnárskych priadzí, u jednoduchých rotorových bavlnárskych priadzí. Vzhľadom priadze rozumieme vlastnosť, vyjadrenú nerovnomernosťou hrúbky priadze a nečistotami vláknového a nevláknového pôvodu v priadzi.

Vzhľad priadze je hodnotený subjektívne, podľa normy ČSN 80 0704. Na zisťovanie vzhľadu priadze je pripravovaný návin na planiskopovej doske s predpísanou hustotou návinu, ktorá je závislá na jemnosti skúšanej priadze. Úroveň vzhľadu priadze sa hodnotí pomocou etalónov čistoty a vzhľadu priadze, vid' obr.1.



*Obr. 1 Ukážka etalónov bavlnených priadzí jemnosti 10 tex,  
zľava úroveň vzhľadu A, B, C*

Etalóny predstavujú navinuté priadze na tmavom podklade, s rôznou úrovňou vzhľadu. Od najvyššej úrovne *A* (s najmenším počtom vláknovéch nečistôt a chýb priadze – tenkých, hrubých miest a nopkov) až po najnižšiu úroveň vzhľadu priadze *F*.

Účelom je zistiť, ku ktorému etalónu sa najviac približuje vzhľad skúšanej priadze. [1], [2]

### Postup skúšky zisťovania vzhľadu a čistoty priadze

Podľa hodnoty dĺžkovej hmotnosti priadze sa nastaví hustota vinutia priadze na planiskopovej doske. Pripraví sa vhodné etalóny pre porovnanie vzhľadu (napr. pre česanú bavlnenú priadzu etalóny A, B, C a pre mykanú bavlnenú priadzu etalóny A, B, C, D, E, F). Tento návin sa vizuálne porovnáva s etalónom, tj. vzorkou k vyhodnoteniu úrovne vzhľadu priadze. Farba dosky musí byť kontrastná s farbou skúšanej priadze.

Percentuálny podiel vzhľadu priadze odpovedajúci jednotlivým etalónom ( $x_j$ ) sa počíta podľa vzťahu (1):

$$x_j = \frac{n_j}{n_c} \cdot 100 \quad (1)$$

kde:  $n_c$  ... celkový počet zistených hodnôt,

$n_j$  ... počet zistených hodnôt odpovedajúcich etalónu  $j$ .

Z uvedeného je vidieť, že toto zisťovanie a zhodnotenie vzhľadu priadze je záležitosťou veľmi subjektívnou. Každý skúšajúci laborant hodnotí vzhľad priadze navinutej na planiskopovej doske nezávisle od druhého laboranta, podľa vlastného uváženia, subjektívne. [1], [2]

Vzhľad priadze ovplyvňuje nerovnomernosť priadze, chlpatosť priadze, chyby a nečistoty v priadzi.

## 1.2. Pojem nerovnomernosti

Každú hodnotu meranej veličiny možno napísať ako hodnotu a relatívnu odchýlku. Za predpokladu, že sa meraná veličina riadi niektorým z rozdelenia náhodne premenných veličín, sú vyjadrené štatistické charakteristiky.

Medzi najčastejšie používané štatistické charakteristiky patrí: priemerná hodnota ( $\bar{x}$ ), vid' vzťah (2), rozptyl ( $s^2$ ), určuje strednú kvadratickú odchýlku jednotlivých nameraných hodnôt od výberového priemeru, vid' vzťah (3), smerodajná odchýlka ( $s$ ), ktorá udáva kolísanie nameraných hodnôt okolo priemernej hodnoty v absolútnych jednotkách, vid' vzťah (4):

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (3)$$

$$s = \sqrt{s^2} \quad (4)$$

Variačný koeficient je kolísanie vyjadrené v percentách, je vyjadrením nerovnomernosti danej vlastnosti, vid' vzťah (5):

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 10^2 \quad (5)$$

**Nerovnomernosť** je percentuálne vyjadrenie kolísania náhodnej premennej veličiny. [3]

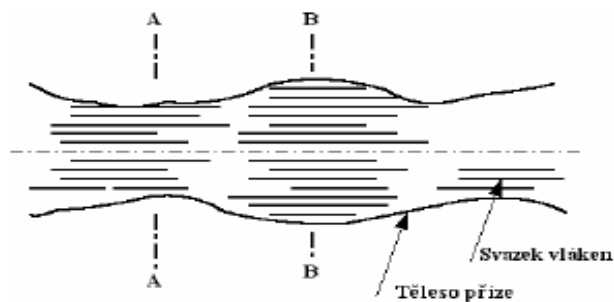
### 1.3. Hmotná nerovnomernosť

Pod pojmom hmotná nerovnomernosť rozumieme kolísanie hmoty vlákien v priereze alebo určitých dĺžkových úsekoch dĺžkového vláknového útvaru. [4]

Hmotná nerovnomernosť je vlastnosť, ktorá priamo ovplyvňuje vzhľad priadze, tkanín a pletenín, ak sa nerovnomernosť pravidelne opakuje, tvorí sa napr. *moiré efekt*, *pruhovitosť*, *mrakovitosť* (vid' kap. 1.3.2). S hmotnou nerovnomernosťou priadze súvisí variabilita niektorých ďalších vlastností (napr. dĺžková hmotnosť, pevnosť, zákrut). [1]

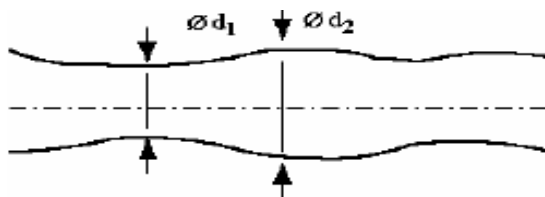
Teória hmotnej nerovnomernosti rieši tri základné hľadiska a príčiny [3]:

- 1) Príčina nerovnakého počtu vlákien v rôznych prierezoch priadze a usporiadanie vlákien do zväzkov v jej štruktúre, vid' obr. 2.



Obr. 2 Znáznornenie nerovnakého počtu vlákien v rôznych prierezoch priadze [3]

- 2) Príčina nerovnakého prierezu, resp. dĺžkovej hmotnosti (jemnosti) jednotlivých vlákien, vid' obr. 3.



Obr. 3 Znáznornenie nerovnakého prierezu vlákien [3]

- 3) Príčina nedokonalosti náväznosti koncov štaplových vlákien na seba vplyvom nerovnomernosti dĺžky vlákien, vid' obr. 4. [3]



Obr. 4 Znáznornenie nedokonalosti náväznosti koncov štaplových vlákien [3]

Hmotnú nerovnomernosť dĺžkových textílií je potrebné sledovať už od začiatku spracovateľského procesu výroby priadze. Je potrebné ju nielen kontrolovať, ale i správne vyhodnocovať, aby na základe tohto vyhodnotenia mohli byť prevedené potrebné zásahy do technológie, tak aby hmotná nerovnomernosť bola znížená, na čo najmenšiu možnú mieru.

K porovnávaniu úrovne hmotnej nerovnomernosti a jej analýze slúžia parametre a charakteristické funkcie. [4]

### 1.3.1. Vyjadrenie hmotnej nerovnomernosti

Hmotná nerovnomernosť môže byť vyjadrená parametrami alebo charakteristickými funkciami. [4]

#### a) Parametre hmotnej nerovnomernosti

- **Lineárna hmotná nerovnomernosť  $U$  [%]**

Lineárna hmotná nerovnomernosť vyjadruje strednú lineárnu odchýlku od strednej hodnoty hmotnosti dĺžkového úseku vláknového útvaru, vid' vzťah (6):

$$U = \frac{100}{\bar{m} \cdot L} \cdot \int_0^L |m(l) - \bar{m}| \cdot dl \quad (6)$$

kde:  $U$  ..... lineárna hmotná nerovnomernosť [%],  
 $m(l)$  ..... okamžitá hodnota hmotnosti dĺžkového úseku pradiarenskeho produktu,  
 $\bar{m}$  ..... stredná hodnota hmotnosti,  
 $L$  ..... dĺžka úseku.

- **Kvadratická hmotná nerovnomernosť  $CV$  [%]**

Kvadratická hmotná nerovnomernosť je variačný koeficient hmotnosti dĺžkových úsekov vláknového útvaru, vid' vzťah (7):

$$CV = \frac{100}{\bar{m}} \cdot \sqrt{\frac{1}{L} \cdot \int_0^L (m(l) - \bar{m})^2 \cdot dl} \quad (7)$$

kde:  $CV$  ..... kvadratická hmotná nerovnomernosť [%],  
 $m(l)$  ..... okamžitá hodnota hmotnosti dĺžkového úseku pradiarenskeho produktu,  
 $\bar{m}$  ..... stredná hodnota hmotnosti,  
 $L$  ..... dĺžka úseku.

- **Limitná hmotná nerovnomernosť  $CV_{lim}$  [%], limitná lineárna hmotná nerovnomernosť  $U_{lim}$  [%]**

Limitná hmotná nerovnomernosť je minimálna možná nerovnomernosť. Táto nerovnomernosť je definovaná vzťahmi, ktoré vychádzajú z Poissonovho rozdelenia celočíselnej náhodnej veličiny, vid' vzťah (8):

$$P(n') = e^{-\lambda} \cdot \frac{\lambda^{n'}}{n'!} \quad (0 \leq n' < \infty) \quad (8)$$

kde:  $P(n')$  ..... pravdepodobnosť výskytu  $n'$  vlákien v priereze priadze,  
 $n'$  ..... všeobecný počet vlákien v priereze priadze,  
 $\lambda$  ..... parameter Poissonovho rozdelenia,  
 $e$  ..... základ prirodzených logaritmov ( $e = 2,71828$ ).

Parameter  $\lambda$  môže nadobúdať ľubovoľné kladné hodnoty a rovná sa strednej hodnote i rozptylu, vid' vzťah (9):

$$\lambda = \bar{x}(n') = \sigma^2(n') \quad (9)$$

kde:  $\bar{x}(n')$  ..... stredná hodnota počtu vlákien,  
 $\sigma^2(n')$  ..... rozptyl počtu vlákien.



Ak označíme  $n$  ako stredný počet vlákien v priereze priadze, vid' vzťah (10):

$$n = \bar{x}(n') = \sigma^2(n') \quad (10)$$

Kvadratická hmotná nerovnomernosť ( $CV$ ) je variačný koeficient ( $v$ ) hmotnosti úseku dĺžkového vláknového útvaru, vzťah (11):

$$CV = v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100 \quad [\%] \quad (11)$$

Preto vzťah (8) je možné dosadiť do vzťahu pre variačný koeficient, vid' vzťah (12):

$$CV_{\lim} = \frac{\sigma(n')}{\bar{x}(n')} \cdot 100 = \frac{\sqrt{n}}{n} \cdot 100 = \frac{100}{\sqrt{n}} \quad \text{kde:} \quad n = \frac{T}{t}$$

$$\text{Vzťah: } CV_{\lim} = \frac{100}{\sqrt{n}} \quad (12)$$

kde:  $CV_{\lim}$  ..... limitná kvadratická nerovnomernosť [%],  
 $n$  ..... priemerný počet vlákien v priereze pradiarenského produktu,  
 $T$  ..... jemnosť dĺžkového pradiarenského produktu [tex],  
 $t$  ..... jemnosť vlákien [tex].

Nazýva sa základný *Martindaleov vzťah* (12) na výpočet limitnej kvadratickej nerovnomernosti, kde variabilita prierezu vlákien je zanedbaná. [4]

U všetkých vlákien nie je však možné vlastnú nerovnomernosť vlákien zanedbať (vlna, chemické vlákna s členitým prierezom), potom k vyjadreniu limitnej nerovnomernosti dĺžkového vláknového útvaru sa používa tzv. zovšeobecnený *Martindaleov vzťah*, ktorý zohľadňuje vlastnú variabilitu vlákien, vid' vzťahy (13), (14):

$$CV_{\lim} = \frac{100}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{1 + \left( \frac{v_p}{100} \right)^2} \quad (13)$$

$$CV_{\lim} = \frac{100}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{1 + 0,0004 \cdot v_d^2} \quad (14)$$

kde:  $v_p$  ..... variačný koeficient prierezu vlákien [%],  
 $v_d$  ..... variačný koeficient priemeru vlákien [%].

Vzťahy (15) na výpočet *limitnej lineárnej hmotnej nerovnomernosti*  $U_{lim}$  [%]:

$$U_{lim} = \frac{80}{\sqrt{n}}$$

$$U_{lim} = \frac{80}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{v_p}{100}\right)^2}$$

$$U_{lim} = \frac{80}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{1 + 0,0004 \cdot v_d^2} \quad (15)$$

Medzi ďalšie parametre hmotnej nerovnomernosti patria : index nerovnomernosti  $I$ , výrobná nerovnomernosť  $CV_f$  [%] a strojová nerovnomernosť  $CV_m$  [%]. [4]

Výhodou parametrického vyjadrenia hmotnej nerovnomernosti je možnosť uvedenia číselnej hodnoty, vyjadrujúcu úroveň nerovnomernosti. Kvadratická hmotná nerovnomernosť priadze sa dá pomocou štandardov Uster Statistics porovnávať s ostatnými na trhu sa vyskytujúcimi priadzami rovnakého typu a jemnosti. Nevýhodou parametrického vyjadrenia hmotnej nerovnomernosti je nemožnosť analýzy príčin vzniku hmotnej nerovnomernosti. [1], [4]

#### ***b) Charakteristické funkcie hmotnej nerovnomernosti***

Charakteristické funkcie vystihujú štruktúru nerovnomernosti. Na ich základe sa dá analyzovať príčina hmotnej nerovnomernosti a predikovať nerovnomernosť plošných textílií. Nevýhodou je, že nepopisujú hmotnú nerovnomernosť jedným číslom.

Medzi charakteristické funkcie patria: spektrogram a dĺžková variačná funkcia. Sú výstupmi z prístroje na meranie hmotnej nerovnomernosti dĺžkových vláknových útvarov. [4]

#### **1.3.2. Prejav hmotnej nerovnomernosti priadze v plošnej textílií**

Prejav hmotnej nerovnomernosti priadze v plošnej textílií sa hodnotí subjektívne na základe vizuálneho zhodnotenia vzhľadu plošnej textílie.

Hmotná nerovnomernosť priadze sa v plošnej textílií môže prejavovať trom základnými formami [4]:

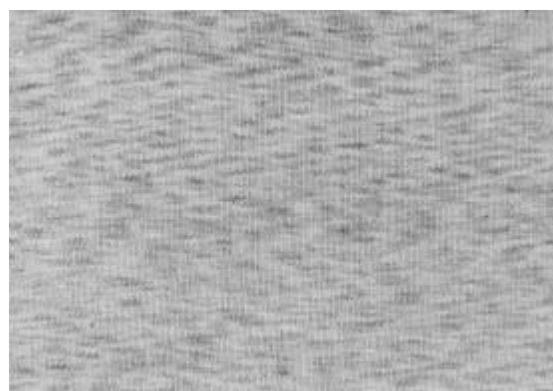
## 1. Moiré efekt

Vzniká vďaka častej periodickej nerovnomernosti priadze s relatívne krátkou vlnovou dĺžkou  $\lambda = 1 - 50 \text{ cm}$ . Periodicky sa opakujúce slabé alebo silné miesta ležia vo výslednej plošnej textílii blízko seba. Príčinou jeho vzniku býva často napr. nečistota v rotore spriadacej jednotky.

V spektrograme sa prejavuje formou radu charakteristických spektier na krátkych vlnových dĺžkach  $\lambda$ ,  $\lambda/2$ ,  $\lambda/3$ , ... atď. V tkanine sa vytvára obraz „štruktúry dreva“, vid' obr. 5, moiré efekt v pletenine vid' obr. 6.



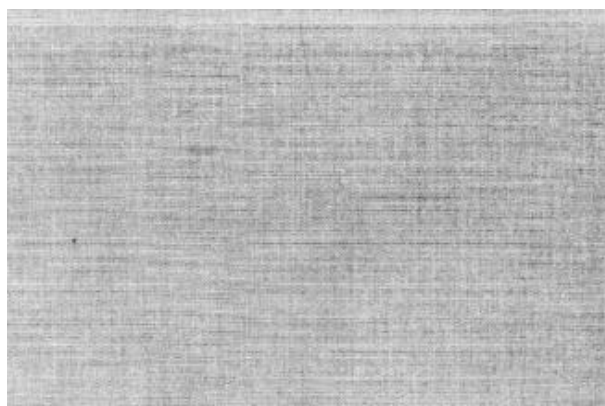
Obr. 5 Moiré efekt v tkanine [5]



Obr. 6 Moiré efekt v pletenine [5]

## 2. Pruhovitost'

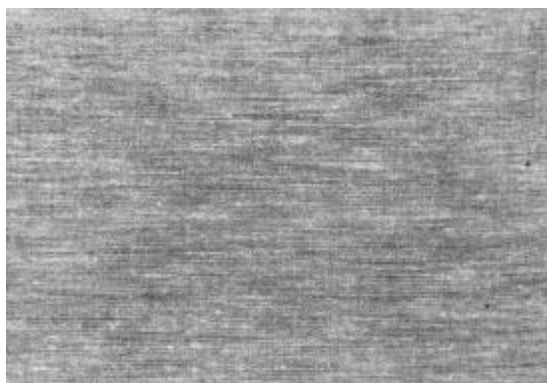
Vzniká vďaka dlho periodickej nerovnomernosti priadze (kolísanie hmotnosti na dlhých úsekoch priadze  $\lambda > 5 \text{ m}$ ), ktorá sa v tkanine alebo pletenine prejavuje zreteľnými pruhmi, lebo vlnová dĺžka periodickej chyby je väčšia ako tkacia šírka alebo obvod pleteniny, vid' obr. 7. Periodické chyby priadze vlnovej dĺžky  $\lambda = 50 \text{ cm} - 5 \text{ m}$  sa dá v plošnej textílii rozpoznať veľmi ťažko, len pri splnení určitých podmienok.



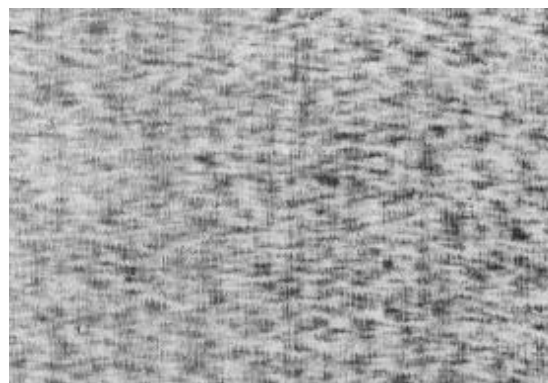
Obr. 7 Pruhovitost' v tkanine [5]

### 3. Mrakovitost'

Nekľudný vzhľad tkaniny, vid' obr. 8 a pleteniny, vid' obr. 9. Vzniká vplyvom takmer periodických chýb v priadzi. [4]



Obr. 8 Mrakovitost' v tkanine [5]

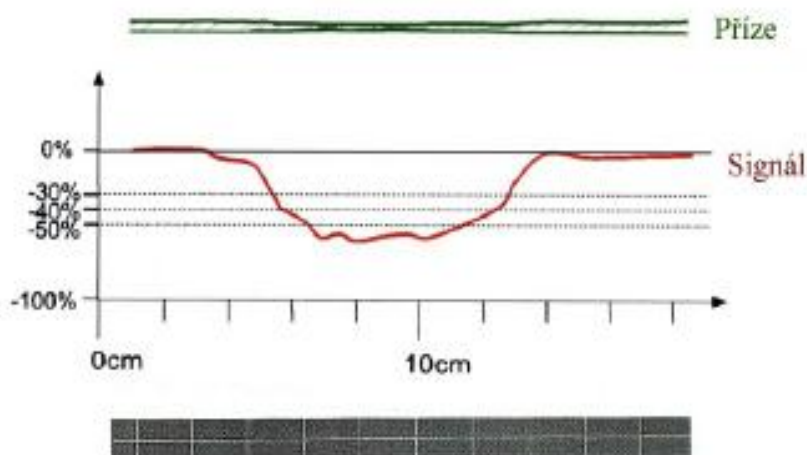


Obr. 9 Mrakovitost' v pletenine [5]

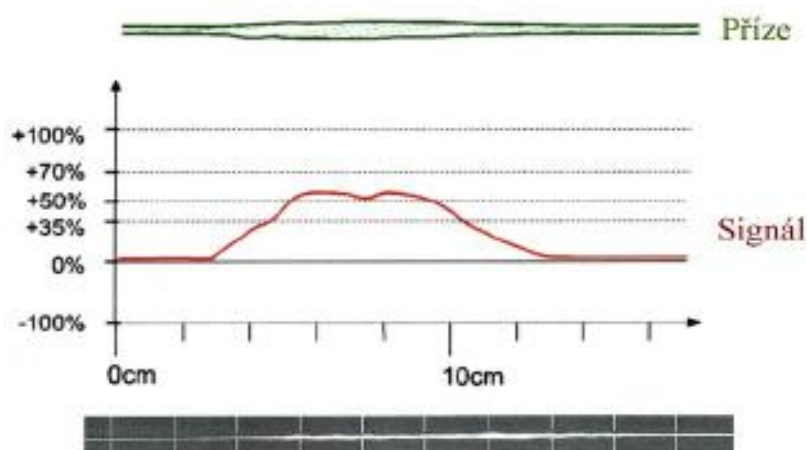
#### 1.3.3. Druhy chýb v priadzi

Kvalitu priadze okrem úrovne parametrov hmotnej nerovnomernosti určuje i tzv. počet chýb v priadzi.

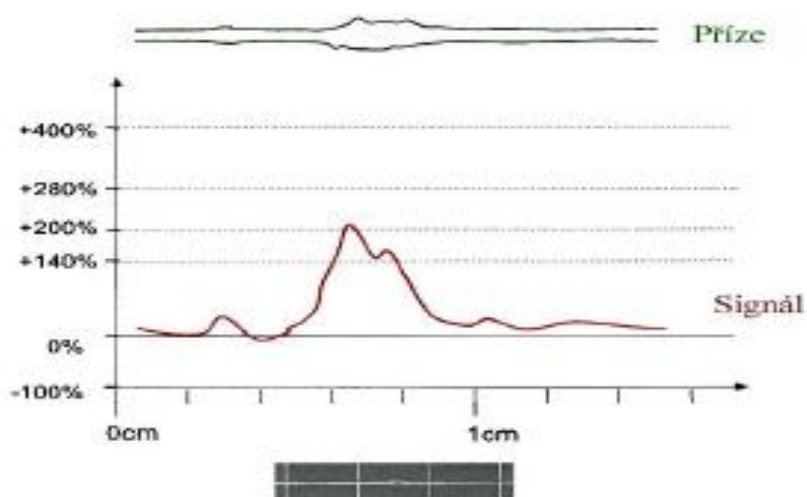
Pod pojmom chyba rozumieme *slabé* alebo *silné* miesto (tj. miesto, kde dôjde ku zoslabeniu alebo zosilneniu priečneho prierezu vláknového útvaru o určitú mieru – max. však 100% prírastok alebo 60% úbytok), vid' obr. 10, 11 a *nopky* (zosilnenie prierezu priadze o viac ako 140% na dĺžke 1 - 4 mm priadze), vid' obr. 12. [4]



Obr. 10 Slabé miesto v priadzi, jeho odpovedajúci signál [6]



Obr. 11 Silné miesto v priadzi, jeho odpovedajúci signál [6]



Obr. 12 Nopok v priadzi, jeho odpovedajúci signál [6]

Počet chýb sa udáva na dĺžku 1 km a je zisťovaný v rámci merania hmotnej nerovnomernosti. Počet a veľkosť chýb v priadzi je dôležitým parametrom pri presúkaní priadze, preto rozlišujeme chyby:

- relatívne často sa vyskytujúce, ale nie tak veľké,
- málo sa vyskytujúce, ale hrubé – rušivé. [4]

## 1.4. Objektívne hodnotenie vzhľadu priadze

Na objektívne kvantitatívne triedenie úrovne vzhľadu priadze bola vyvinutá metóda vypracovaná v práci [7], využívajúca výsledky merania priemeru priadze a chýb priadze optickou metódou pomocou prístroja CTT firmy Lawson – Hemphill. V práci bola na hodnotenie úrovne vzhľadu použitá lineárna kombinácia vážených parametrov vzhľadu priadze (priemer priadze, variabilita priemeru priadze, počty slabých, silných miest a nopkov).

Metódou zatriedenia vzhľadu bavlnených prstencových a rotorových priadzí s využitím neurónových sietí na detekciu a klasifikáciu chýb priadze na základe jej črt sa zaoberá práca [8].

Na hodnotenie vzhľadu povrchu tkanín a pletenín bola v prácach [9], [10] používaná plošná variačná krivka (vonkajšia i vnútorná), ako kvantitatívne hodnotenie kvality predikovaného obrazu plošnej textílie. Tento obraz je vygenerovaný použitím virtuálneho signálu vytvoreného kombináciou signálu získaného z optického merania priemeru priadze *CCD* kamerou a klasického merania nerovnomernosti priadze kapacitným čidlom. [11]

### 1.4.1. Hodnotenie nerovnomernosti v ploche pomocou štatistických funkcií

Povrchová nerovnomernosť plošných textílií je v literatúre popisovaná pomocou variačného koeficientu *CV* rôznych vlastností, Militký stanovil ideálnu hodnotu *CV* pre netkané textílie [12], alebo pomocou štatistických funkcií [13], [14] (plošná variačná krivka a semivariogram).

Plošné variačné krivky sú konštruované v prácach [9], [10] ako kvantitatívne hodnotenie kvality predikovaného obrazu plošnej textílie. Boli použité na hodnotenie povrchovej nerovnomernosti netkaných textílií a tkanín, v prácach [11], [15], [16], [17], [19], [21].

Semivariogramy boli použité na hodnotenie povrchovej nerovnomernosti netkaných textílií [13] a tkanín v prácach [11], [17].

**1.4.2. Plošná variačná krivka*****Vonkajšia plošná variačná krivka***

Krivka, ktorá vyjadruje závislosť variačného koeficientu stupňov šedi medzi štvorcami v obraze na veľkosti plochy štvorca je zobrazená na obr. 13, 14. Je definovaná vzťahom (16):

$$CVB(A) = \frac{\sqrt{S^2}}{\bar{X}} \quad (16)$$

- kde:  $CVB(A)$  ... vonkajší variačný koeficient stupňov šedi medzi štvorcami o ploche  $A$  v obraze,  
 $S$  ..... smerodajná odchýlka priemerných stupňov šedi vo štvorcach o ploche  $A$  obsiahnutých v obraze,  
 $\bar{X}$  ..... priemerná hodnota stredných stupňov šedi vo štvorcach o ploche  $A$  obsiahnutých v obraze,  
 $A$  ..... plocha štvorca. [11]

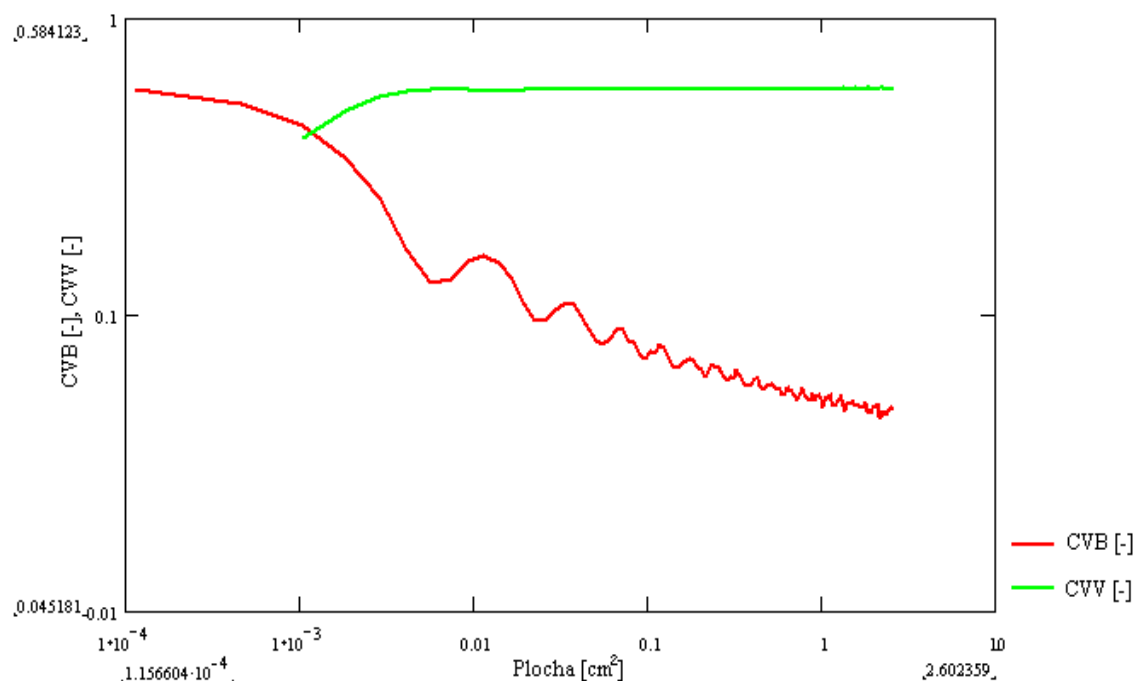
***Vnútoraná plošná variačná krivka***

Krivka, ktorá vyjadruje závislosť priemerného variačného koeficientu stupňov šedi vnútri štvorcových plôch obrazu tkaniny na veľkosti sledovanej plochy štvorca je zobrazená na obr. 13, 14. Je definovaná vzťahom (17):

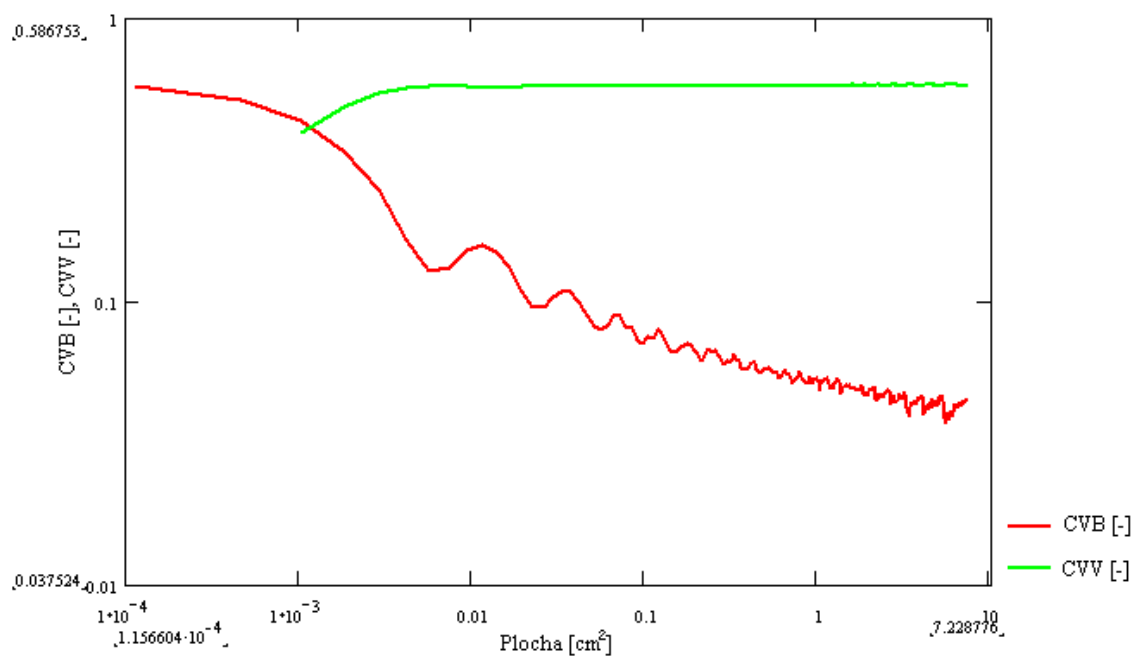
$$CVV(A) = \frac{\sum_{i=1}^N CV_i}{N} \quad (17)$$

$$CV_i = \frac{\sqrt{Sv_i^2}}{\bar{X}_i} \cdot 100 \quad (18)$$

- kde:  $CVV(A)$  ... priemerný variačný koeficient stupňov šedi vnútri štvorcového poľa o ploche  $A$ ,  
 $CV_i$  ..... variačný koeficient stupňov šedi v  $i$ -tom štvorcovom poli o ploche  $A$ ,  
 $N$  ..... počet štvorcových plôch,  
 $Sv_i$  ..... smerodajná odchýlka stupňov šedi v  $i$ -tom štvorcovom poli,  
 $\bar{X}_i$  ..... priemerná hodnota stupňov šedi v  $i$ -tom štvorcovom poli. [11]



Obr. 13 Vonkajšia a vnútorná plošná variačná krivka stupňov šedi obrazu bavlnenej priadze jemnosti 20 tex, v logaritmickom merítke, etalón A, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10



Obr. 14 Vonkajšia a vnútorná plošná variačná krivka stupňov šedi obrazu bavlnenej priadze jemnosti 20 tex, v logaritmickom merítke, etalón A, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 6



### 1.4.3. Semivariogram

Semivariogram alebo variogram je jedným zo základných nástrojov na hodnotenie štatistickej variability náhodných polí. Vyjadruje priestorovú nepodobnosť medzi hodnotami sledovanej vlastnosti stupňov šedi v miestach  $x_i$  a  $x_j$ . Obraz je rozdelený na sieť so štvorcovými poľami.

Stredy polí sú miesta  $x$ , miestu  $x$  je priradená priemerná hodnota sledovanej vlastnosti (stupňa šedi) v danom štvorci  $z(x_i)$ . Semivariogram je všeobecne definovaný ako polovica rozptylu rozdielov  $(z(x_i) - z(x_i + lag))$ , [13], [18], [20] vzťah (19):

$$\Gamma(lag) = 0,5 \cdot D(z(x_i) - z(x_i + lag)) \quad (19)$$

Veličina  $lag$  vyjadruje smerový (posunový) vektor ( $0^\circ$ ;  $90^\circ$ ,  $45^\circ$ ). Pre rovnomerne rozmiestnené body  $x$  vyjadrujú hodnoty vektoru  $lag$  násobky vzdialenosti medzi štvorcami v smere stĺpcov ( $0^\circ$ ), riadkov ( $90^\circ$ ), na diagonále ( $45^\circ$ ) [13], [14].

Získajú sa tak 3 typy semivariogramov (v smere riadkov, stĺpcov a diagonále). Všesmerový semivariogram (omni - semivariogram) sa získa spriemerovaním všetkých troch typov variogramov, znázornené na obr. 15, 16.

Ak  $\Gamma(lag) = konst.$ , je veličina  $z(.)$  nekorelovaná v danom smere. V prípade, že náhodné pole je nestacionárne (stredná hodnota v každom poli nie je konštantná) používa sa tzv. centrováný semivariogram [19], podľa vzťahu (20):

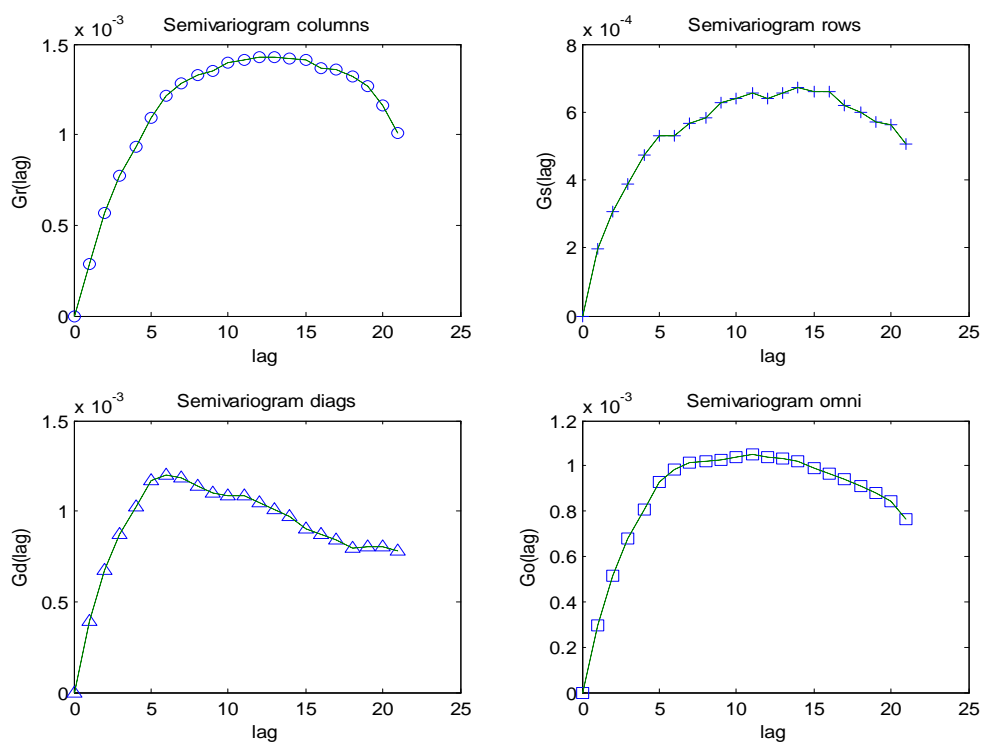
$$G(lag) = \frac{1}{2N(lag)} \sum_{i=1}^{N(lag)} (z(x_i) - z(x_i + lag))^2 \quad (20)$$

$$\text{kde: } z_c(x_i) = \frac{\sum_{i=1}^{n(x_i)} z(x_i)}{n(x_i)} \quad (21)$$

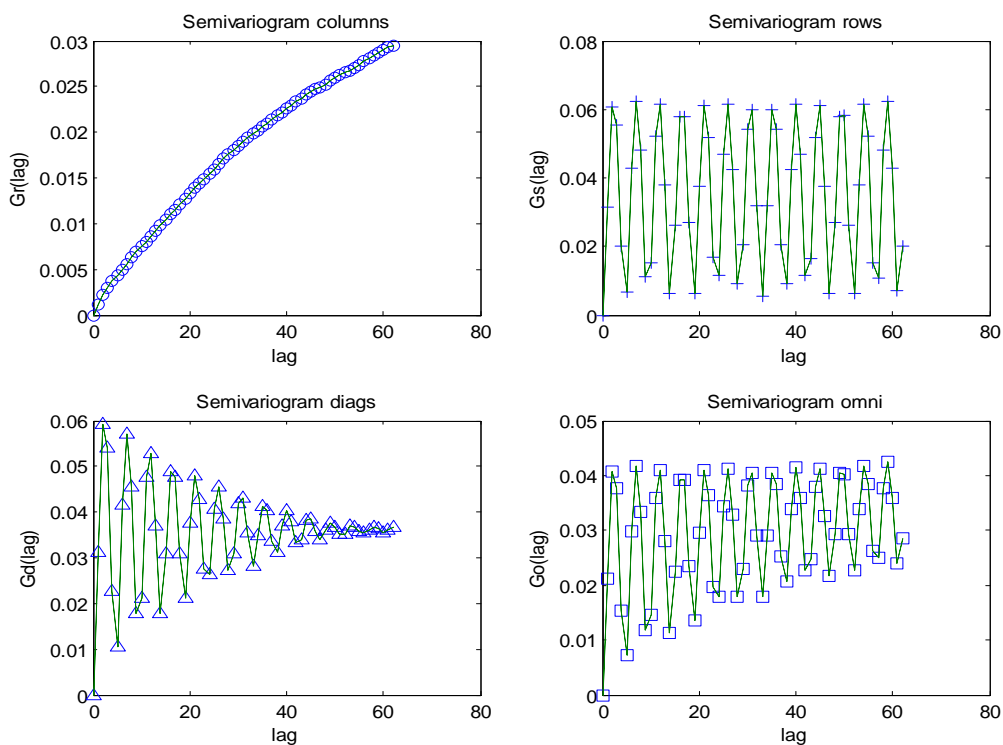
$N(lag)$  ..... počet dvojíc bodov oddelených o vzdialenosť  $lag$  a orientovaných podľa vektoru  $lag$ ,

$z(x_i)$  ..... priemerný stupeň šedi v mieste  $x_i$ .

Priebeh semivariogramov závisí na veľkosti sledovaného výrezu obrazu a zvolenom parametre  $krok$ , ktorý udáva veľkosť strany štvorca  $krok \times krok$  bodov v pixeloch, na ktoré bude obraz pred výpočtom rozdelený. V každom štvorci program stanoví priemerný stupeň šedi, s ktorým ďalej pracuje ( $z(x_i)$ ). [11], [22], [23]



Obr. 15 Ukážka semivariogramov stupňov šedi etalónu bavlnenej priadze jemnosti 50 tex, etalón A, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60



Obr. 16 Ukážka semivariogramov stupňov šedi etalónu bavlnenej priadze jemnosti 50 tex, etalón A, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 3

## 1.5. Program „Norma nerovnomernosť tkaniny“

Na výpočet plošných variačných kriviek a semivariogramov stupňov šedi obrazu bol Militkým zostavený program *Norma nerovnomernosti tkaniny*, v prostredí Matlab. Program je doplnkom internej normy Metodika zisťovania nerovnomernosti tkanín. Text manuálu bol vypracovaný v rámci Výskumného centra Textil II 1M0553. [22], [23]

Program bol používaný v práci na konštrukciu štatistických funkcií, na sledovanie kolísania stupňov šedi obrazu jednotlivých etalónov priadzí a reálnych priadzí navinutých na planiskopovej doske, v závislosti na kvalite, pomocou týchto štatistických funkcií.

### Výstup programu

Výstupom programu sú: - plošná variačná krivka,  
- semivariogramy v smere stĺpcov, riadkov, diagonále  
a všesmerový semivariogram.

### Konštrukcia plošnej variačnej krivky

Pri konštrukcii plošných variačných kriviek program sleduje stupne šedi jednotlivých obrazových bodov (pixlov), počíta variačný koeficient stupňov šedi v celom obraze o definovanej veľkosti a v rôzne veľkých štvorcoch obrazu. Minimálny počet dĺžkových úsekov, na ktoré budú rozdelené riadky a stĺpce obrazu udáva parameter *delenie*. Zo získaných údajov potom konštruje vnútornú a vonkajšiu plošnú variačnú krivku stupňov šedi sledovaného obrazu podľa vzťahov (16), (17).

### Konštrukcia semivariogramov

Pri konštrukcii semivariogramov je obraz rozdelený na štvorce, ktorých veľkosť je definovaná parametrom *krok* (parameter udáva dĺžku strany štvorca v pixloch, na ktoré je rozdelený obraz priadzí). V každom štvorci je programom vypočítaný centrováný stupeň šedi podľa vzťahu (21). Na základe týchto hodnôt sú potom konštruované semivariogramy podľa vzťahu (20). [22], [23]

## 2. Experimentálna časť

Cieľom práce je posúdenie vhodnosti použitia vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi zostrojených z obrazov priadzí a použitia semivariogramov, na objektívne hodnotenie vzhľadu priadze v ploche. To znamená, posúdenie správania skonštruovaných kriviek vzhľadom ku rôznej kvalite priadze.

Obrazy potrebné na experiment boli získané preskenovaním s rozlíšením skeneru 300 dpi., etalónov čistoty a vzhľadu bavlnených priadzí, rôznej kvality, skupiny, stupňa hustoty vinutia (zaznamenané v tab. 1) a navinutých reálnych bavlnených priadzí na planiskopovej doske (viď na obr. 19, 20) rôznej kvality. Obrazy boli uložené vo vhodnom formáte „tiff“ nekomprimovanom, s rozlíšením 300 x 300 dpi.. Získané obrazy boli spracované skriptom *Norma nerovnomernosti tkanín.m.* V každom obraze bola hodnotená plocha veľkosti 1500 x 1500 px (12,7 x 12,7 cm) sledovaním stupňov šedi jednotlivých pixlov. Na základe ich kolísania bola konštruovaná plošná variačná krivka (17) a semivariogramy (21).

V prípade plošných variačných kriviek bol použitý parameter *delenie 10*, tzn. minimálny počet štvorcov, na ktorý je rozdelený obraz je 100, je doporučený normou a *delenie 6*, minimálny počet štvorcov, na ktorý je rozdelený obraz je 36, nastavený na sledovanie priebehu krivky pri menšom počte štvorcov v obraze.

V prípade semivariogramov bol použitý parameter *krok 60*, (pri rozlíšení 300 dpi. odpovedá 0,5 cm), kde bolo možné sledovať vzdialenosť na obraze viditeľnú voľným okom, *krok 3* (pri rozlíšení 300 dpi. odpovedá 0,02 cm) a *krok 2*, kde podľa priebehu krivky je možné sledovať rovnomernosť vinutia.

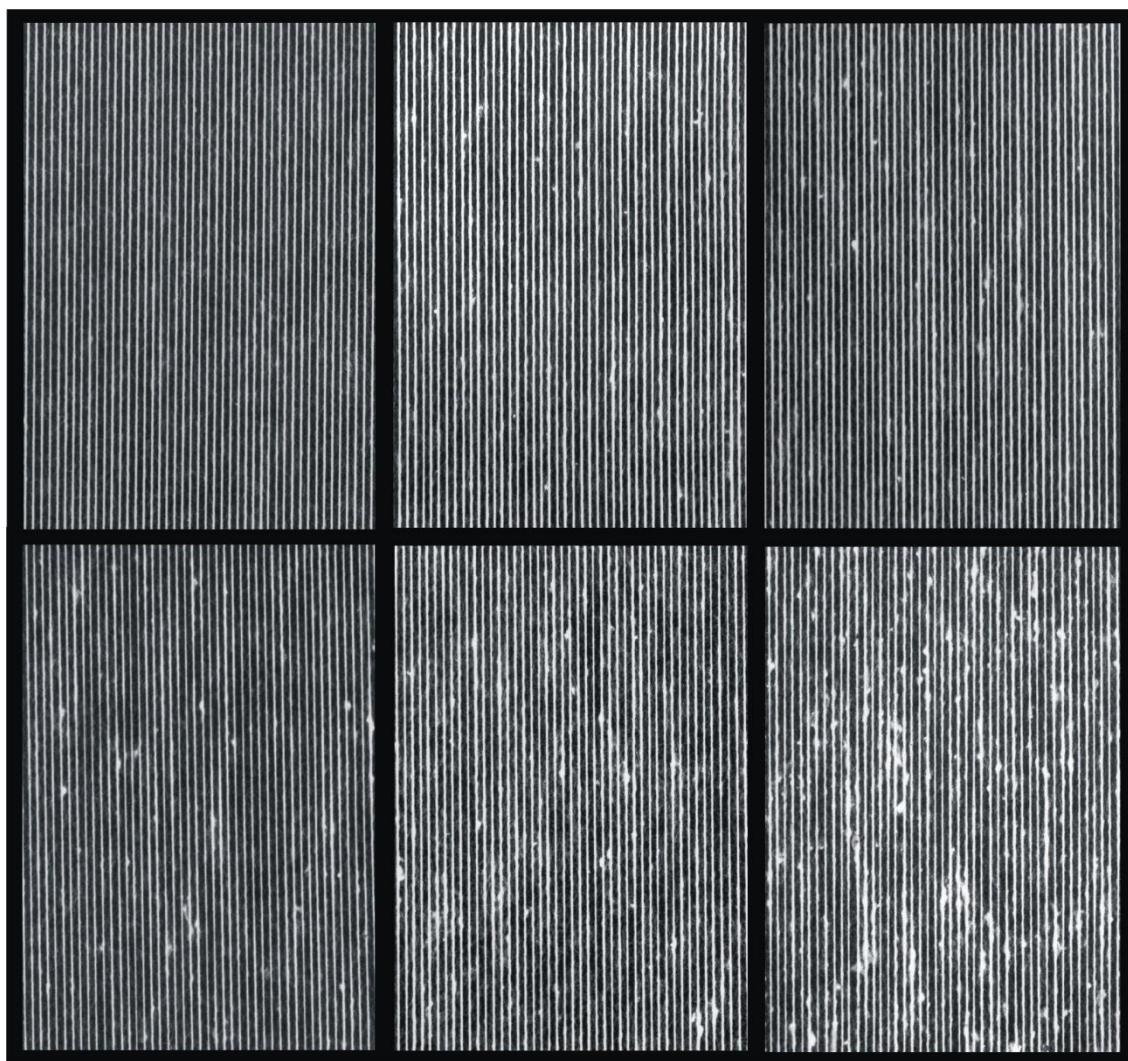
Pomocou vytvoreného obrazu simulovaného návínu ideálnej priadze bol s použitím štatistických funkcií sledovaný vplyv miesta (priadza, uprostred priadze alebo tmavá plocha obrazu), kde začína program počítat priemerné hodnoty stupňov šedi sledovanej plochy.

### 2.1. Etalóny bavlnených priadzí

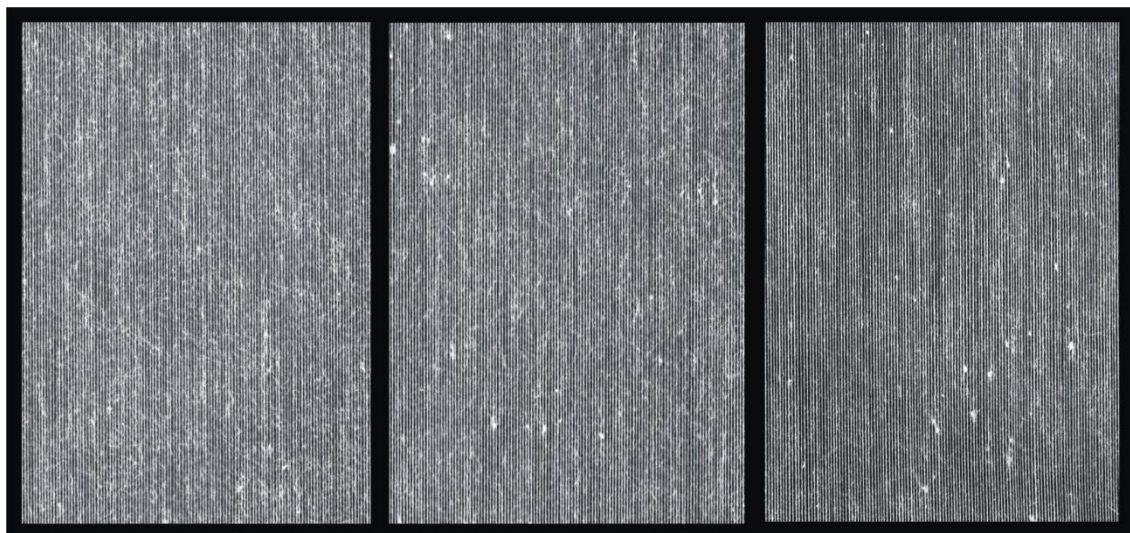
Na hodnotenie vzhľadu priadzí v ploche boli použité etalóny čistoty a vzhľadu bavlnených priadzí, pre česané priadze etalóny A, B, C, viď obr. 18 a pre mykané bavlnené priadze etalóny A, B, C, D, E, F, viď obr. 17. Etalóny rôznej kvality určitých skupín a ich jednotlivé stupne hustoty vinutia sú uvedené v tab. 1.

Tab. 1 Etalóny čistoty a vzhľadu bavlnených priadzi

ETALÓNY	SKUPINA	STUPEŇ HUSTOTY VINUTIA
<b>A až F</b>	50 tex	návin I. (8 nití / 1 cm)
<b>A až F</b>	46 až 22 tex	návin II. (12 nití / 1 cm)
<b>A až F</b>	20 až 14,3 tex	návin III. (16 nití / 1 cm)
<b>A až C</b>	13,3 až 7,4 tex	návin III. (16 nití / 1 cm)
<b>A až C</b>	7,1 tex	návin IV. (22 nití / 1 cm)



Obr. 17 Ukážky etalónov mykaných bavlnených priadzi jemnosti 50 tex, zľava zhora úroveň vzhľadu A, B, C, D, E, F



Obr. 18 Ukážky etalónov česaných bavlnených priadzí jemnosti 7,1 tex, zľava úroveň vzhľadu A, B, C

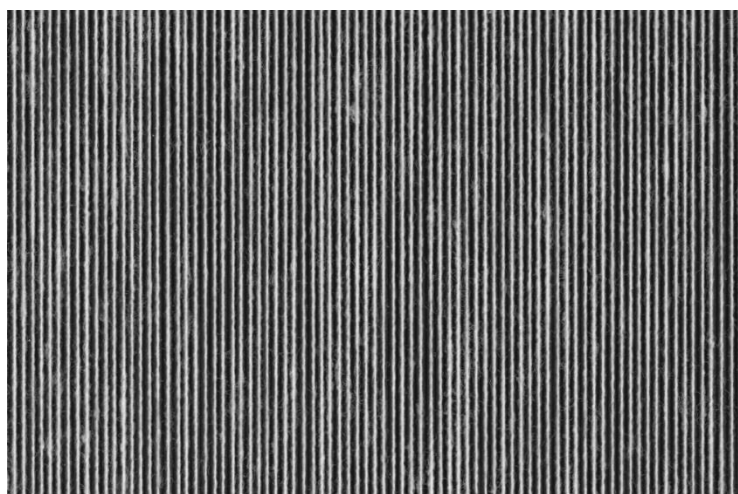
## 2.2. Reálne bavlnené priadze

Priadze 100% bavlny s jemnosťou  $T = 50$  tex boli navinuté s danou hustotou vinutia, na planiskopové dosky. Následne preskenované, aby boli použité na konštrukciu a sledovanie priebehu plošných variačných kriviek a semivariogramov stupňov šedi obrazov navinutých priadzí v programe uvedenom v kap. 1.7. Program „Norma nerovnomernosť tkaniny“.

V experimente boli použité nasledovné priadze rôznej kvality:

- **Dobrá priadza** (viď obr. 19)

Bavlnená priadza rotorová s jemnosťou  $T = 50$  tex.

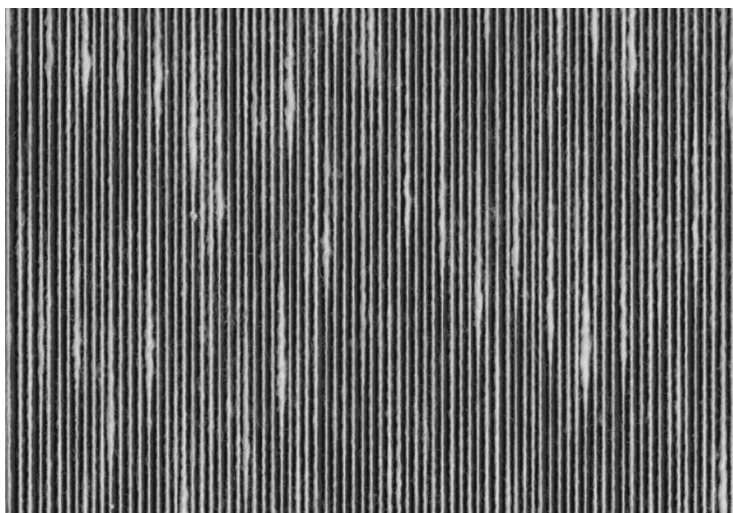


Obr. 19 Znážornenie výrezu obrazu reálnej dobrej priadze, 1000 x 700 px



- **Priadza s chybou** (vid' obr. 20)

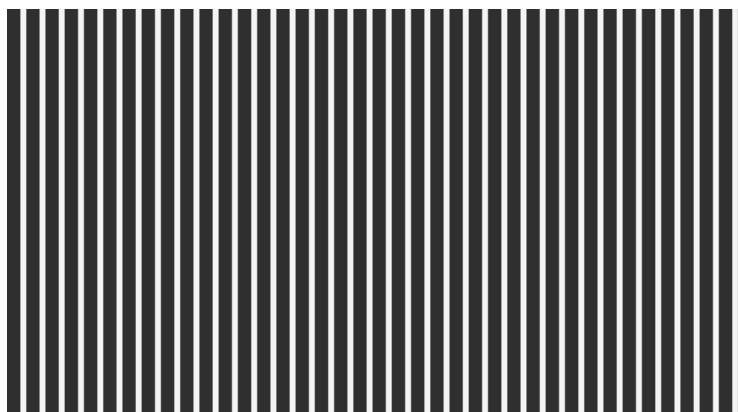
Bavlnená priadza rotorová s jemnosťou  $T = 50$  tex, navinutá priadza na planiskopovej doske vykazovala periodickú nerovnomernosť na krátkych vlnových dĺžkach, tzv. *moiré efekt*.



Obr. 20 Znáznornenie výrezu obrazu reálnej priadze s chybou, 1000 x 700 px

### 2.3. Simulovaný návin ideálnej priadze

V grafickom programe bol vytvorený obraz simulovaného návinu ideálnej priadze  $T = 50$  tex, vid' obr. 21. Pozostával z pravidelného opakovania sa 9 pixlov medzery a 4 pixlov priadze, farba a vinutie (veľkosť medzier) na obraze boli zvolené podľa obrazu návinu reálnej bavlnenej priadze  $T = 50$  tex. Obraz bol vytvorený pre porovnanie so skonštruovanými plošnými variačnými krivkami a semivariogramami etalónov bavlnených priadzí a reálnych bavlnených priadzí.



Obr. 21 Znáznornenie výrezu obrazu simulovaného návinu ideálnej priadze, 500 x 250 px

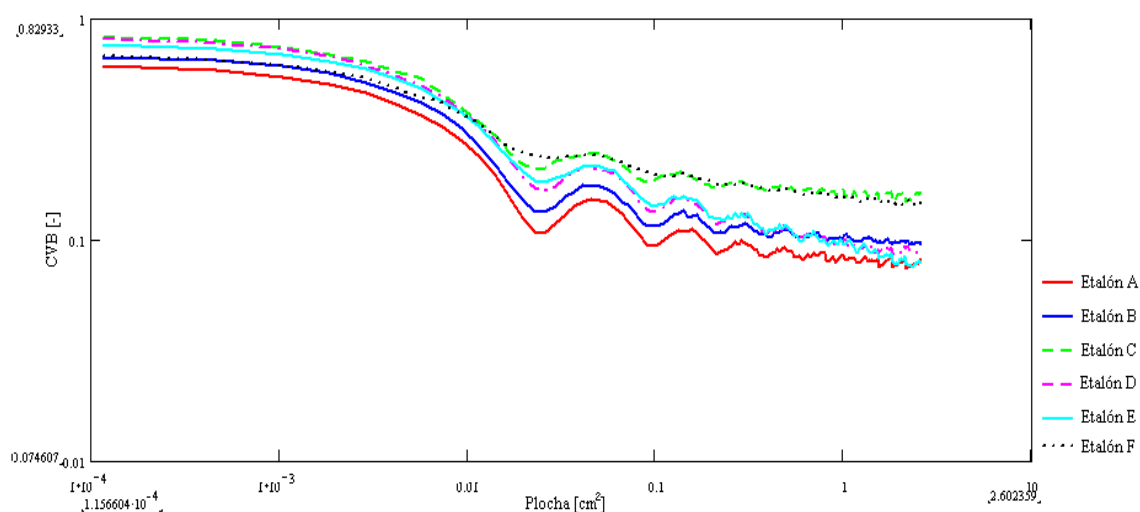
## 2.4. Hodnotenie nerovnomernosti obrazu priadzí pomocou plošných variačných kriviek

### 2.4.1. Etalóny bavlnených priadzí

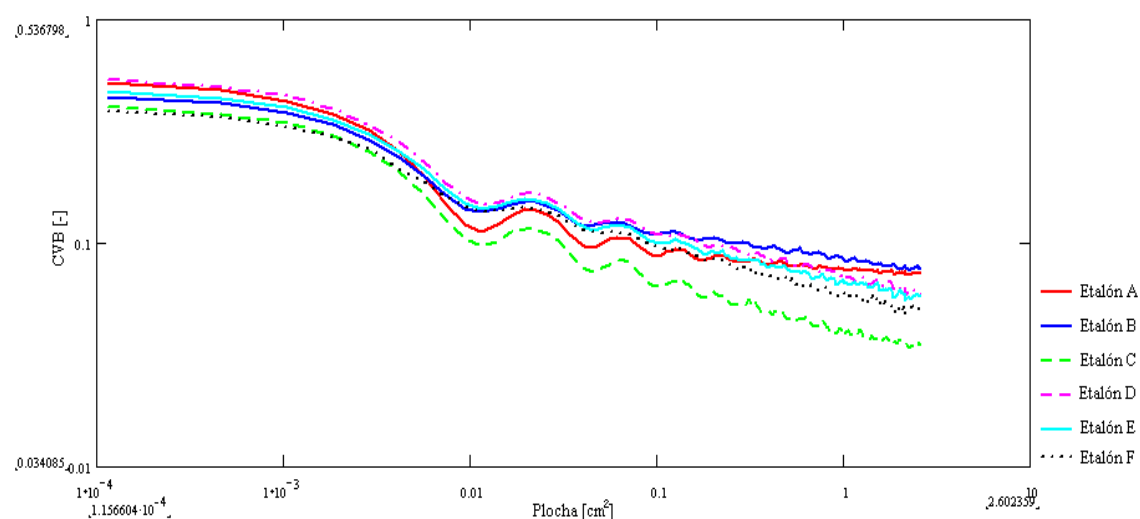
#### Porovnanie úrovne vzhľadu etalónov bavlnených priadzí

Na obr. 22 – 26 sú grafy vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov bavlnených priadzí určitej jemnosti. Je tu porovnávaná úroveň vzhľadu priadzí od najvyššej úrovne A až po najnižšiu úroveň F.

Sledovaná veľkosť obrazu je 1500 x 1500 px (12,7 x 12,7 cm), s delením 10.

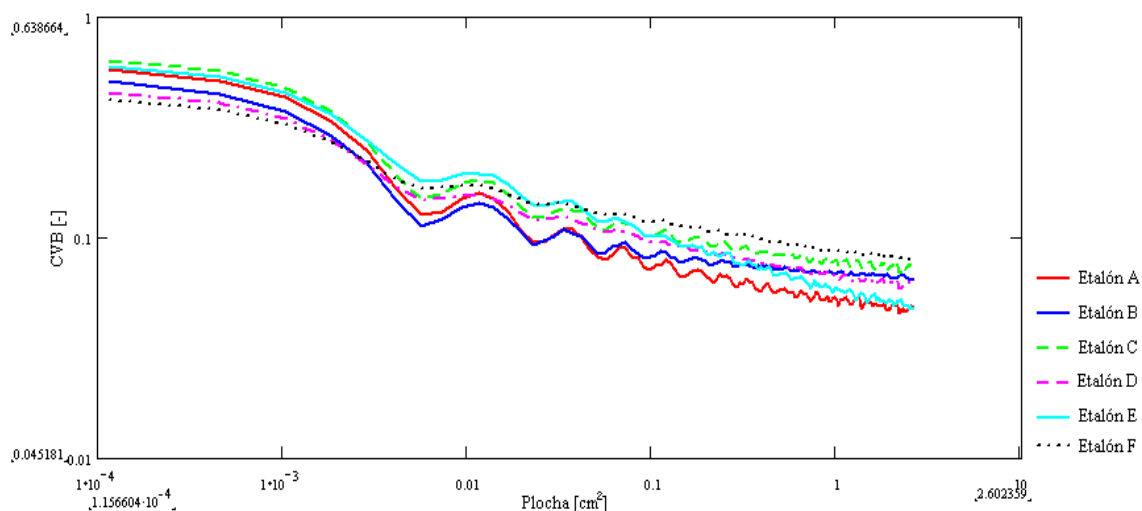


Obr. 22 Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 50 tex, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10

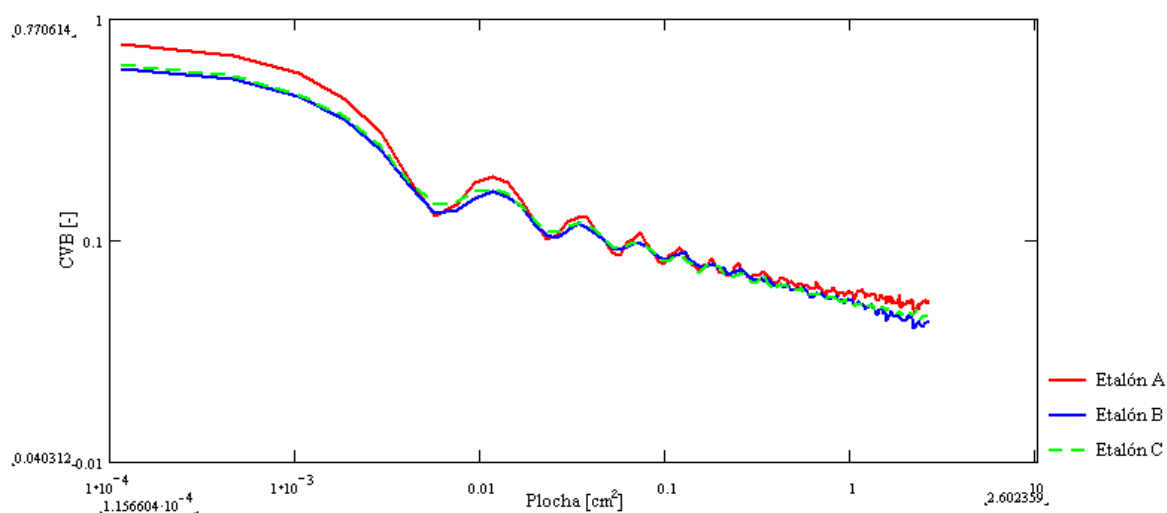


Obr. 23 Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 34 tex, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10

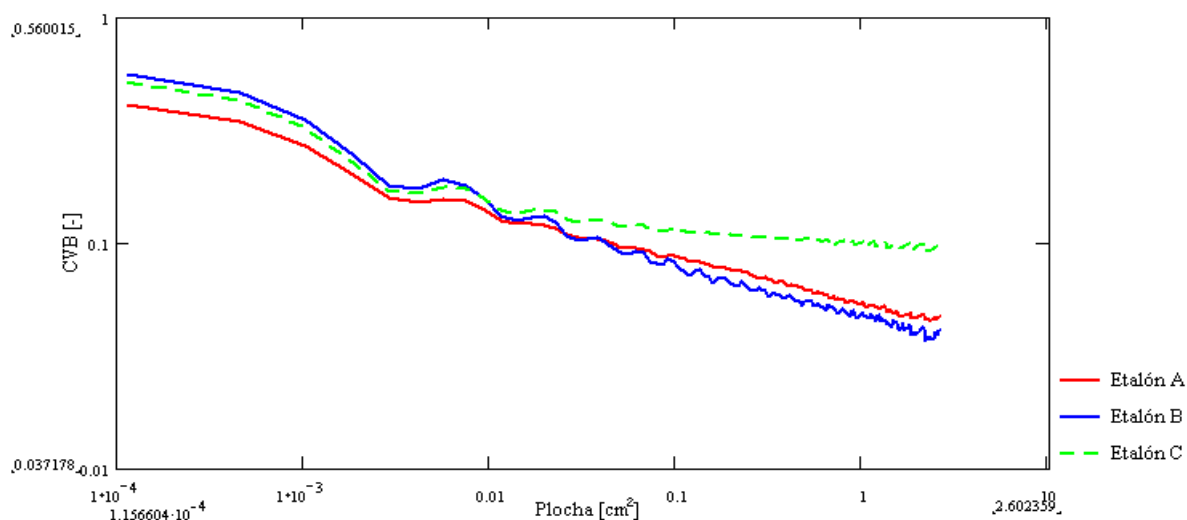




Obr. 24 Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 17 tex, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10



Obr. 25 Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 10 tex, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10



Obr. 26 Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 7,1 tex, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10

**Diskusia výsledkov**

Z uvedených grafov (na obr. 22 - 26) plynie, že vzhľad návinnu priadze na etalóne prevedený na kolísanie stupňov šedi mierne ovplyvňuje polohu plošnej variačnej krivky a do istej miery aj jej priebeh. Vonkajšia plošná variačná krivka stupňov šedi etalónov priadzí s rastúcou plochou sledovaného obrazu klesá, pretože platí, že s rastúcou veľkosťou plochy klesá veľkosť variačného koeficientu  $CV$ . Krivka obsahuje množstvo zvlnení a má mierne skokovitý priebeh, pravdepodobne vďaka zachyteniu vinutia priadze na etalóne.

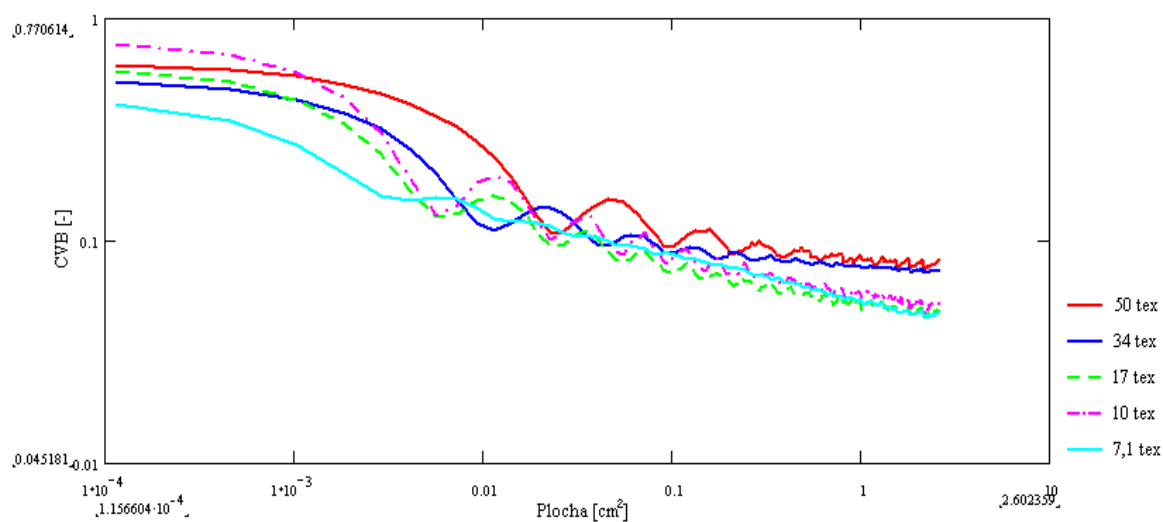
Obrazy priadzí vyššej úrovne vzhľadu väčšinou nadobúdali  $CV$  stupňov šedi nižšie hodnoty, ako obrazy priadzí nižšej úrovne, ktoré nadobúdajú vyššie hodnoty. Horšia úroveň vzhľadu obsahuje viac chýb v priadzi, väčšiu nerovnomernosť priadze, čo sa prejaví vo väčšom kolísaní stupňov šedi medzi štvorcami ako lepšia úroveň vzhľadu etalónov priadzí.

V mnohých prípadoch je priebeh plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov priadzí ovplyvnený tým, že niektoré boli vplyvom ich veku rôzne zvlnené a tým bolo ovplyvnené kolísanie stupňov šedi v obraze. Preto s rastúcou plochou sledovaného obrazu priebeh plošnej variačnej krivky neklesal.

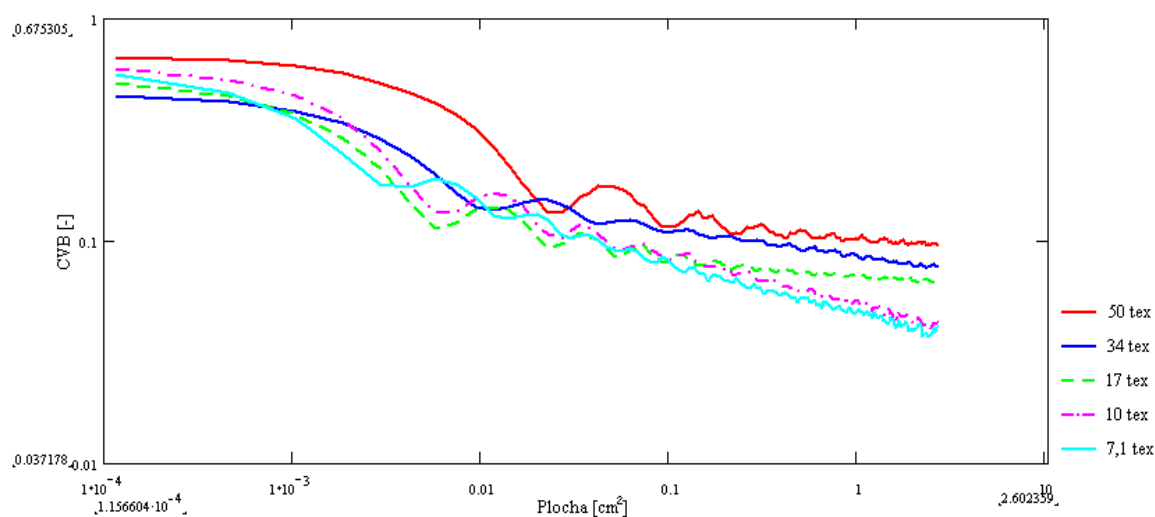
**Porovnanie jednotlivéj úrovne vzhľadu medzi etalónmi bavlnených priadzí**

Na obr. 27 – 32 sú grafy vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov bavlnených priadzí rôznej jemnosti a hustoty vinutia, vid' tab. 1. Je tu porovnávaná jednotlivá úroveň vzhľadu priadzí (úroveň A až úroveň F), medzi rôznymi jemnosťami priadze (priadze jemnosti 7,1 tex až priadze jemnosti 50 tex).

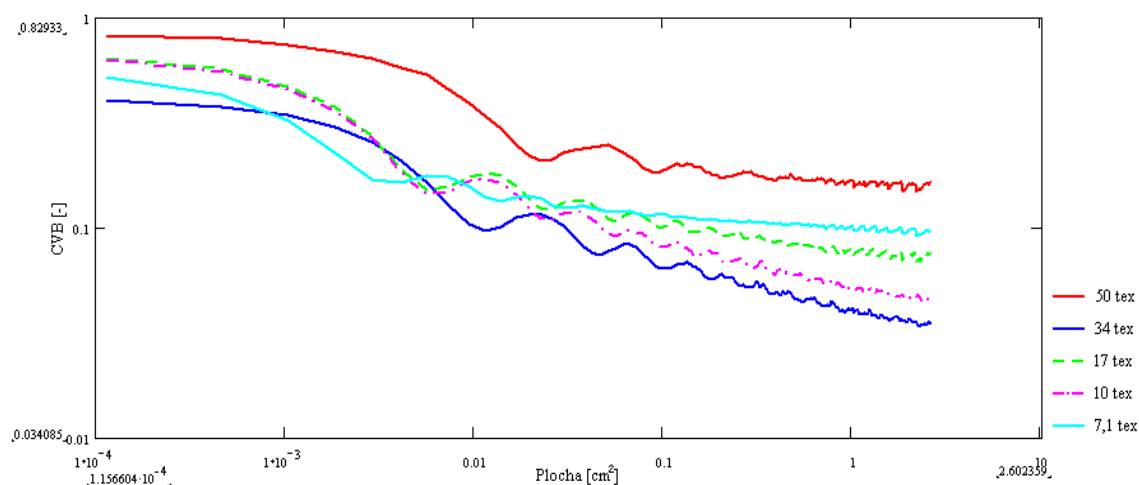
Sledovaná veľkosť obrazu je 1500 x 1500 px (12,7 x 12,7 cm), s delením 10.



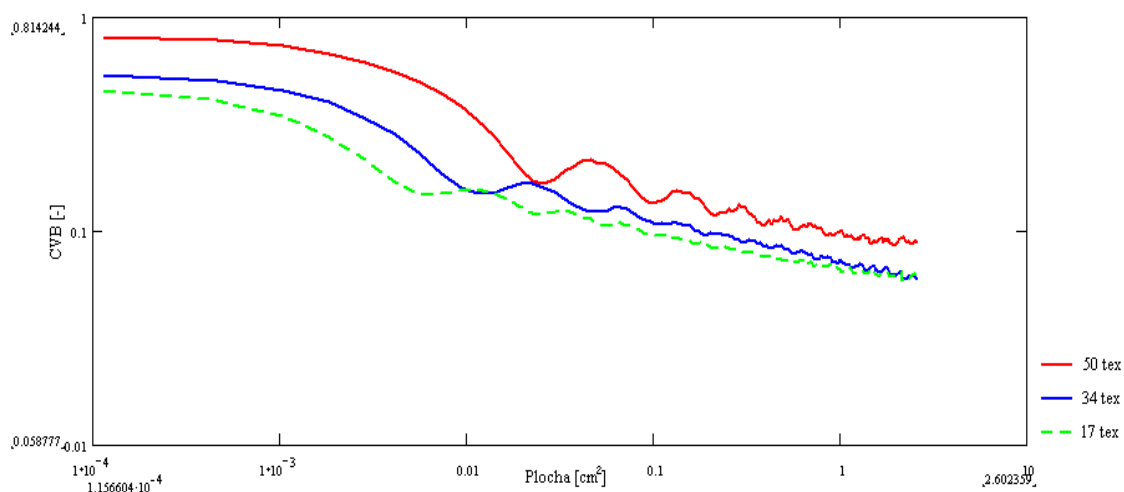
Obr. 27 Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov priadzí, úroveň vzhľadu A, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10



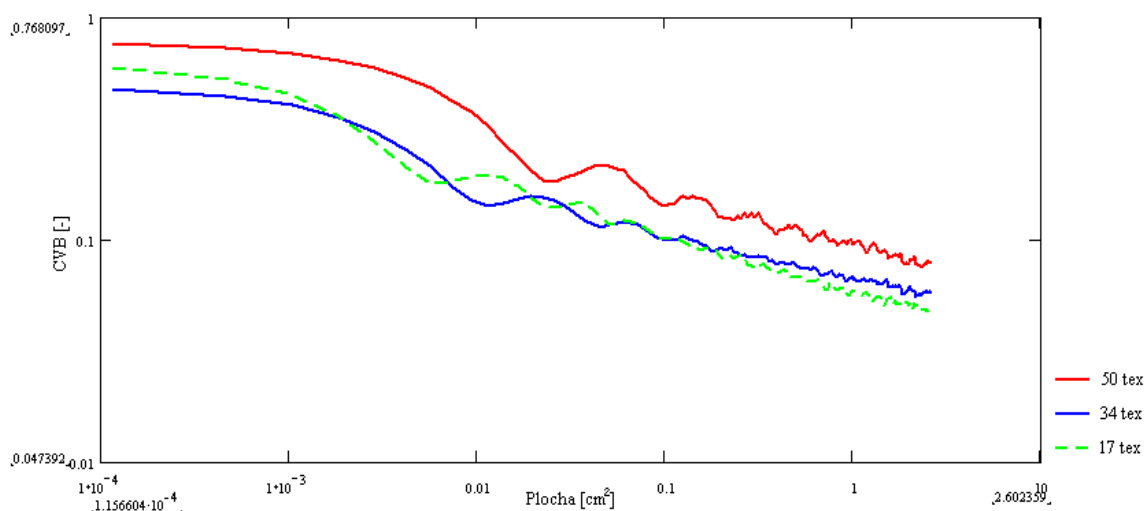
Obr. 28 Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov priadzí, úroveň vzhľadu B, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10



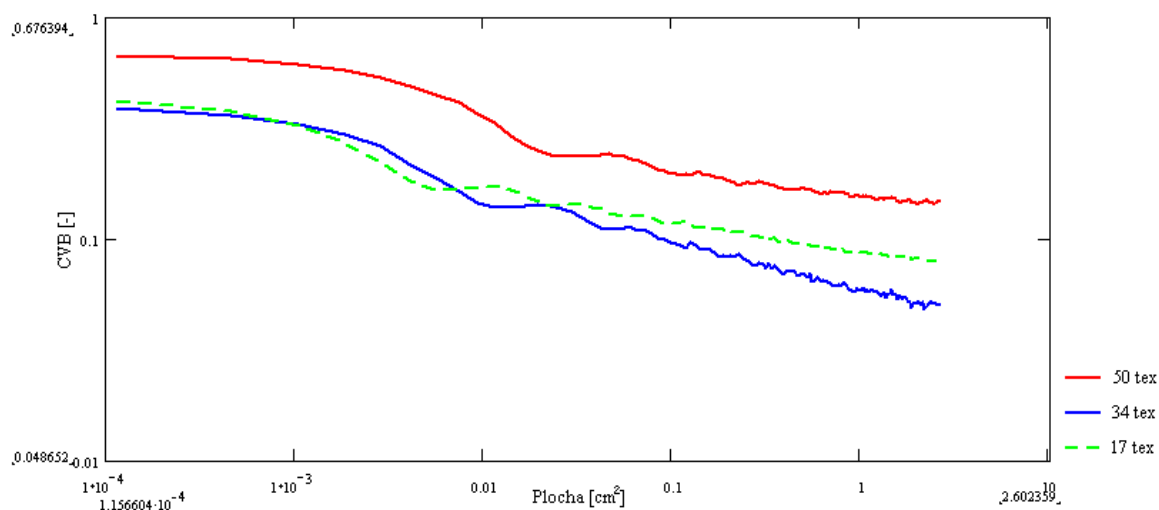
Obr. 29 Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov priadzí, úroveň vzhľadu C, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10



Obr. 30 Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov priadzi, úroveň vzhľadu D, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10



Obr. 31 Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov priadzi, úroveň vzhľadu E, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10



Obr. 32 Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov priadzi, úroveň vzhľadu F, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10

**Diskusia výsledkov**

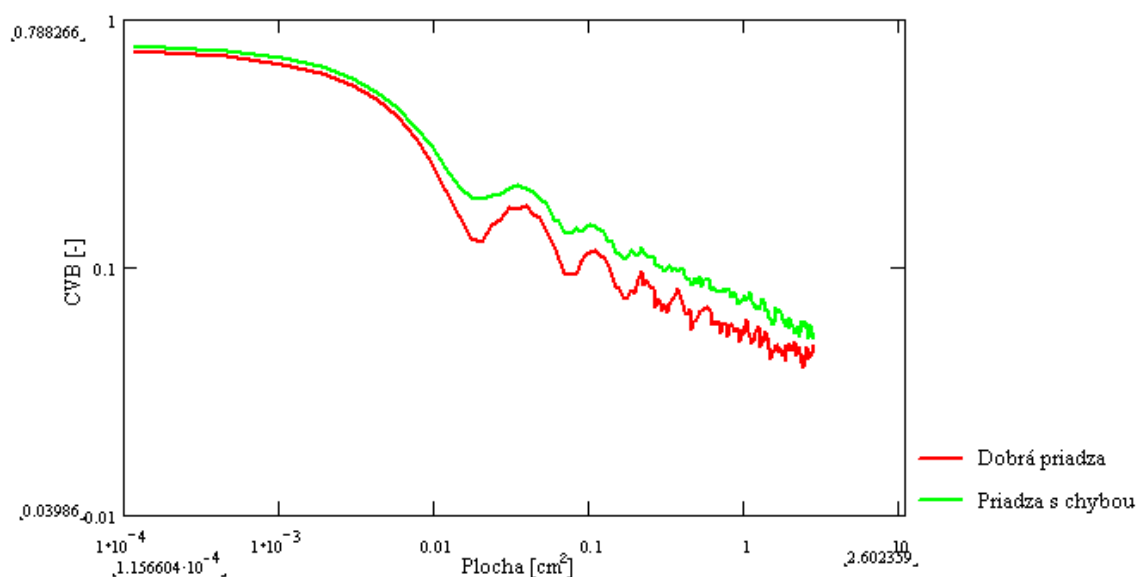
Dôležitým faktom pri porovnávaní jednotlivých úrovni vzhľadu priadzí je rozdielnosť vinutia etalónov. Vo veľkej miere ovplyvňuje priebeh posunutím zvlnenia a aj polohu kriviek. Poloha kriviek je taktiež ovplyvnená jemnosťou priadzí na etalónoch. Hrubšie priadze majú väčší priemer, takže majú väčší obsah priadzí – bielych plôch v obraze, čo sa prejavuje vo väčšom kolísaní stupňov šedi medzi štvorcami. Pravdepodobne by preto mali nadobúdať vyššie hodnoty CV stupňov šedi v porovnaní s jemnejšími – tenšími priadzami, ktorých krivky ležia v grafe nižšie.

V mnohých prípadoch je priebeh plošných variačných kriviek obrazov etalónov priadzí ovplyvnený tým, že niektoré boli vplyvom ich veku rôzne zvlnené a tým bolo ovplyvnené kolísanie stupňov šedi v obraze.

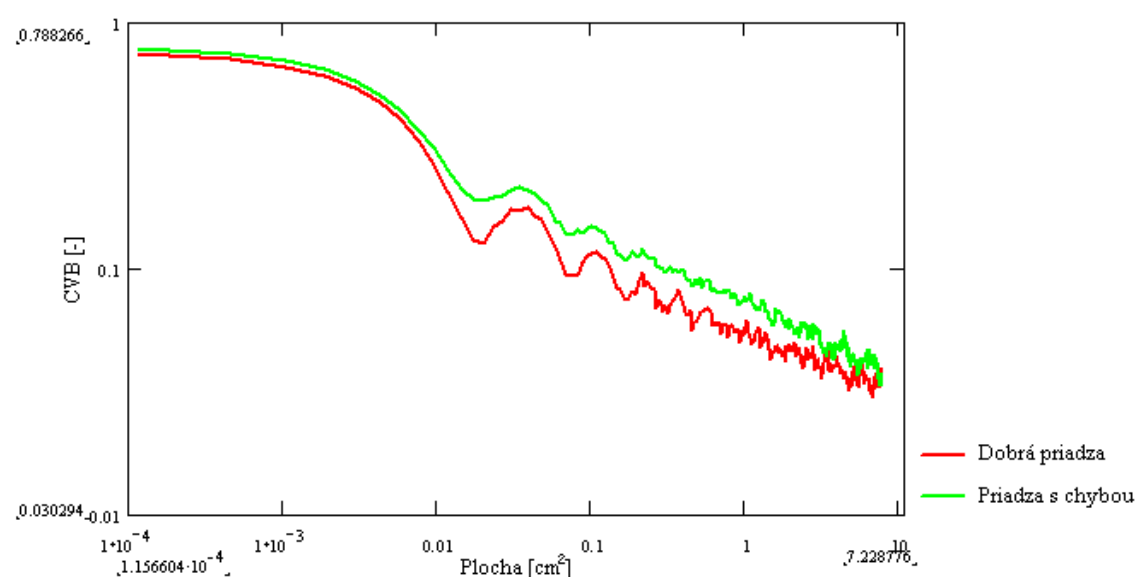
### 2.4.2. Reálne bavlené priadze

Na obr. 33, 34 sú grafy vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi. Je tu porovnávaná úroveň vzhľadu reálnych bavnených priadzí jemnosti 50 tex navinutých na planiskopovej doske, dobrej priadze a priadze s chybou, ktorá vykazovala periodickú nerovnomernosť na krátkych vlnových dĺžkach, tzv. *moiré efekt*.

Sledovaná veľkosť obrazu je 1500 x 1500 px (12,7 x 12,7 cm), s delením 10 a 6.



Obr. 33 Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi návinu reálnych bavnených priadzí, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10



Obr. 34 Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi návinu reálnych bavnených priadzí, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 6

**Diskusia výsledkov**

Z uvedených grafov plynie, že vonkajšia plošná variačná krivka priadzi s rastúcou plochou sledovaného obrazu klesá, k najrýchlejšiemu poklesu krivky dochádza na veľmi malých plochách približne  $0,01 \text{ cm}^2$ . Obsahuje množstvo zvlnení a má mierne skokovitý priebeh. V prípade dobrej priadze došlo k výraznejšiemu kolísaniu priebehu krivky, čo môže byť spôsobené vplyvom zachytenia vinutia priadze na doske, vďaka rovnomernosti priadze. Zatiaľ čo, pri priadzi s chybou nie je kolísanie krivky tak výrazné, vďaka vysokej nerovnomernosti priadze.

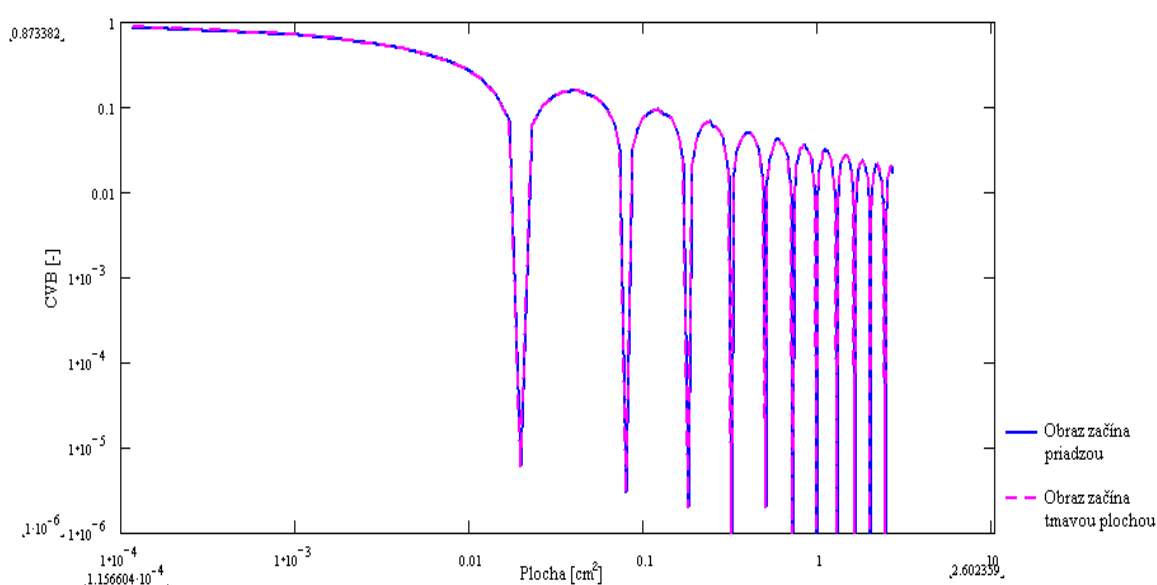
Pri použití menšieho delenia sa na konci krivky objavujú pílovité zakončenia, vplyvom veľkého kolísania variability šedi v obraze. Toto kolísanie je spôsobené nižšou štatistickou spoľahlivosťou výsledkov, pretože počet štvorcov, z ktorých sa počíta CV stupňov šedi len z 36.

Obraz dobrej priadze nadobúda CV stupňov šedi nižšie hodnoty, ako obraz priadze s chybou. Aj napriek rovnakého vinutia a rovnakej jemnosti priadzí. Ale vďaka veľkej nerovnomernosti priadze s chybou skôr viac kolísa obsah čiernych a bielych plôch v sledovaných štvorcoch. CV stupňov šedi viac kolísa v porovnaní s dobrou priadzou, preto krivka priadze s chybou leží v grafe vyššie.

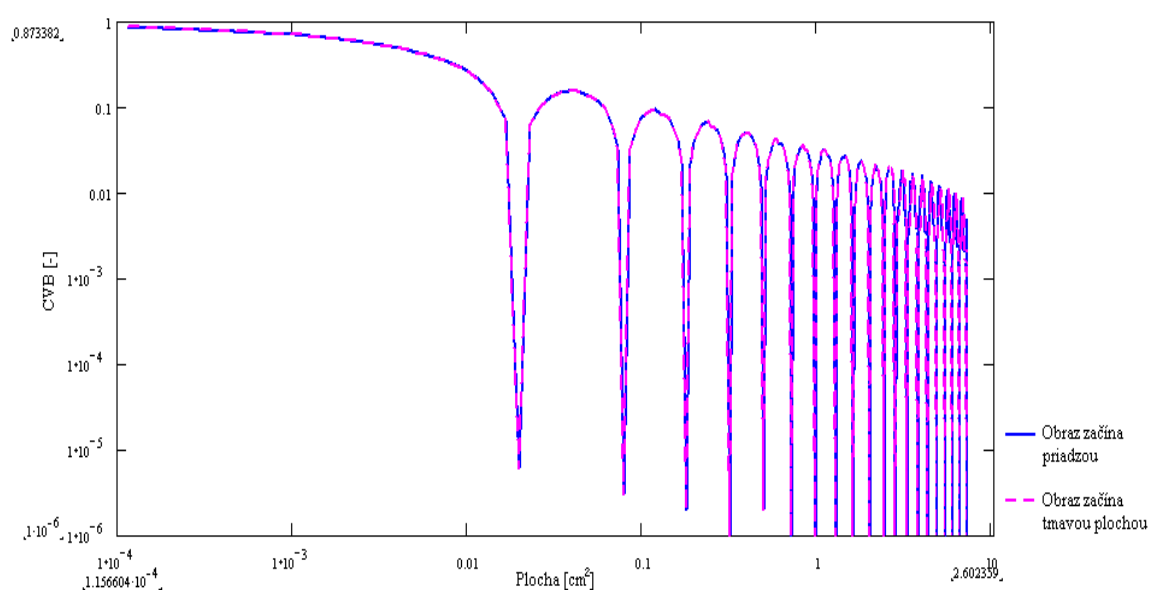
### 2.4.3. Simulovaný návin ideálnej priadze

Na obr. 35, 36 sú grafy, v ktorých je sledovaný priebeh vonkajších plošných variačných kriviek simulovaného návinu ideálnej priadze. Pri sledovanej veľkosti obrazu 1500 x 1500 px (12,7 x 12,7 cm), s delením 10 a 6.

Bol sledovaný vplyv orezu sledovaného obrazu (obraz začínal priadzou a v druhom prípade začínal medzerou - tmavou plochou), na zmenu priebehov kriviek.



Obr. 35 Graf vonkajšej plošnej variačnej krivky stupňov šedi simulovaného návinu ideálnej priadze, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10



Obr. 36 Graf vonkajšej plošnej variačnej krivky stupňov šedi simulovaného návinu ideálnej priadze, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 6



**Diskusia výsledkov**

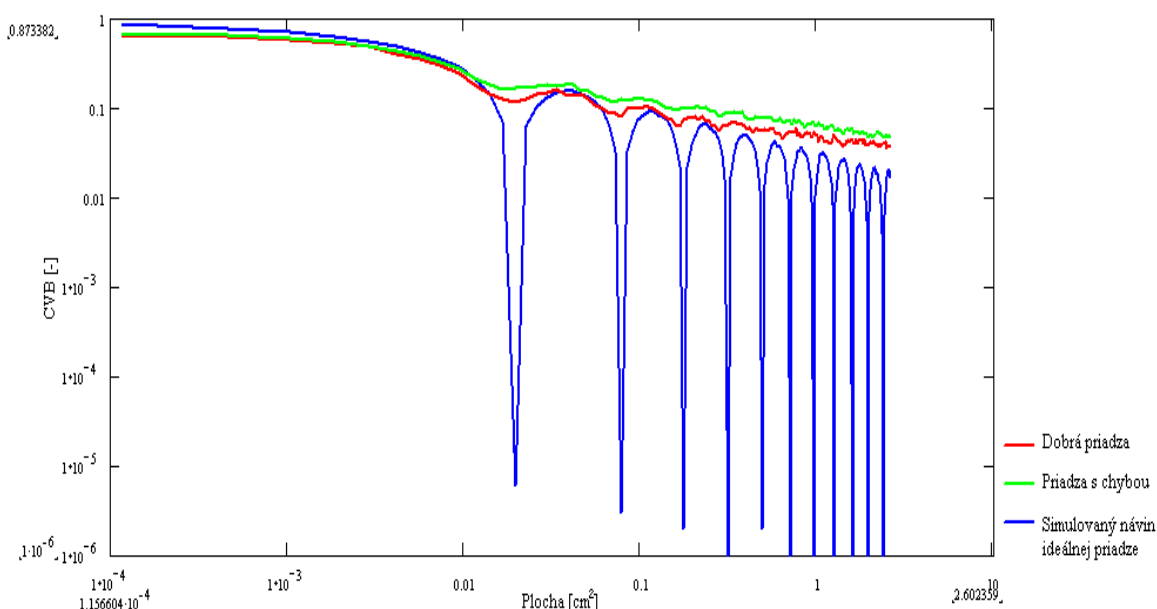
Obraz simulovaného návínu ideálnej priadze bol vytvorený ako simulácia priadze v podobe akoby pevného hladkého drôtu s nerešpektovaním vlastnej nerovnomernosti priadze a chlpatosti priadze. Pribeh vonkajšej plošnej variačnej krivky s rastúcou plochou sledovaného obrazu klesá, k najrýchlejšiemu poklesu krivky dochádza na veľmi malých plochách približne  $0,01 \text{ cm}^2$ . Obsahuje pravidelne sa opakujúci klesajúci skokovitý priebeh. V obraze sa nachádzajú pravidelne opakujúce sa rovnomerné pruhy, na ktoré krivka reaguje pravidelným periodickým priebehom.

Pri použití menšieho delenia sa na konci krivky pílovité zakončenie neprejavuje. Je to pravdepodobne spôsobené tým, že pri simulovanom návíne ideálnej priadze je obraz pravidelný a rovnomerný, takže sa v grafe problém nižšej štatistickej spoľahlivosti dát neprejavuje.

Bolo zistené, že miesto kde začína program počítat' priemerné hodnoty stupňov šedi sledovanej plochy, nemá žiaden vplyv na priebeh vonkajšej plošnej variačnej krivky, čo vyplýva z grafov na obr. 35 a 36.

### Porovnanie návinu reálnych priadzí so simulovaným návinom ideálnej priadze

Na obr. 37 je graf priebehov vonkajších plošných variačných kriviek simulovaného návinu ideálnej priadze a reálnych bavlnených priadzí. Pri sledovanej veľkosti obrazu 1500 x 1500 px (12,7 x 12,7 cm), s delením 10.



Obr. 37 Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi reálneho a simulovaného návinu ideálnej priadze, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10

### Diskusia výsledkov

Z uvedených priebehov kriviek plynie, že úroveň vzhľadu návinu priadze ovplyvňuje polohu plošnej variačnej krivky, predovšetkým na väčších plochách. Obraz priadze s chybou nadobúda CV stupňov šedi najvyššie hodnoty, krivka leží najvyššie, čo je spôsobené najvyššou nerovnomernosťou priadze. V porovnaní s rovnomerným obrazom simulovaného návinu ideálnej priadze, kde došlo k pravidelnému periodickému priebehu krivky ležiacej v grafe najnižšie. Priebehy vonkajších plošných variačných kriviek s rastúcou plochou sledovaného obrazu klesajú. K najrýchlejším poklesom kriviek dochádza na veľmi malých plochách približne 0,01 cm<sup>2</sup>.

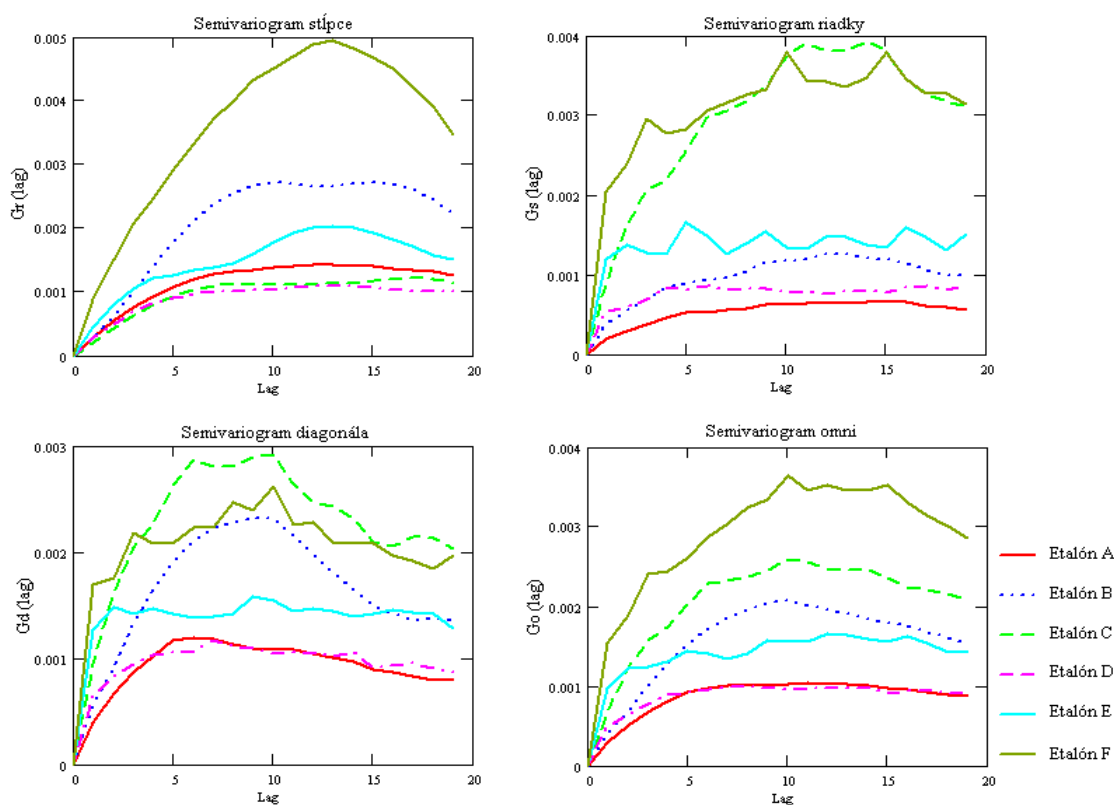
Obraz najvyššej úrovne vzhľadu priadze, v tomto prípade simulovaného návinu ideálnej priadze nadobúda CV stupňov šedi nižšie hodnoty, ako obrazy reálnych priadzí, ktoré nadobúdajú vyššie hodnoty. Je to spôsobené tým, že reálne priadze majú vlastnú nerovnomernosť na rozdiel od simulovaného návinu ideálnej priadze, ktorý bol vytvorený bez rešpektovania vlastnej nerovnomernosti a chlpatosti priadze. Nerovnomernosť priadze spôsobuje väčšie kolísanie priemerného stupňa šedi v sledovaných štvorcoch obrazu.

## 2.5. Hodnotenie nerovnomernosti obrazu priadzí pomocou semivariogramov

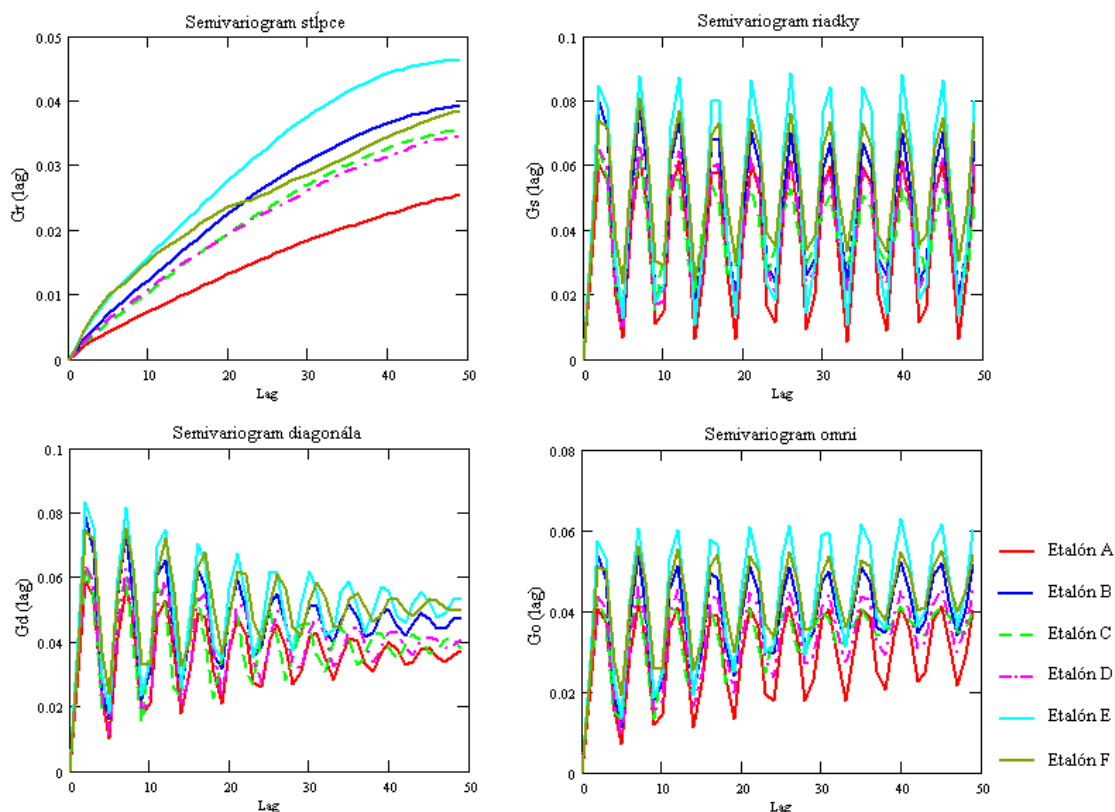
### 2.5.1. Etalóny bavlnených priadzí

#### Porovnanie úrovne vzhľadu etalónov bavlnených priadzí

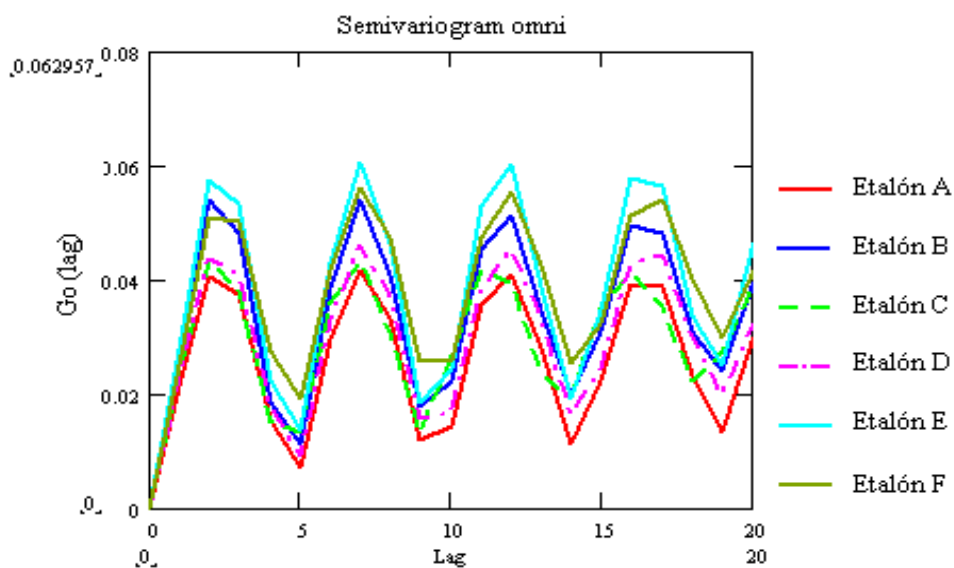
Na obr. 38 – 48 sú grafy semivariogramov stupňov šedi etalónov bavlnených priadzí určitej jemnosti, vid' tab. 1. Je tu porovnávaná úroveň vzhľadu priadzí od najvyššej úrovne A až po najnižšiu úroveň F. Boli hodnotené obrazy veľkosti 1500 x 1500 px (12,7 x 12,7 cm), s použitým krokom 60 a menšej plochy 200 x 200 px (1,69 x 1,69 cm) s použitým krokom 3.



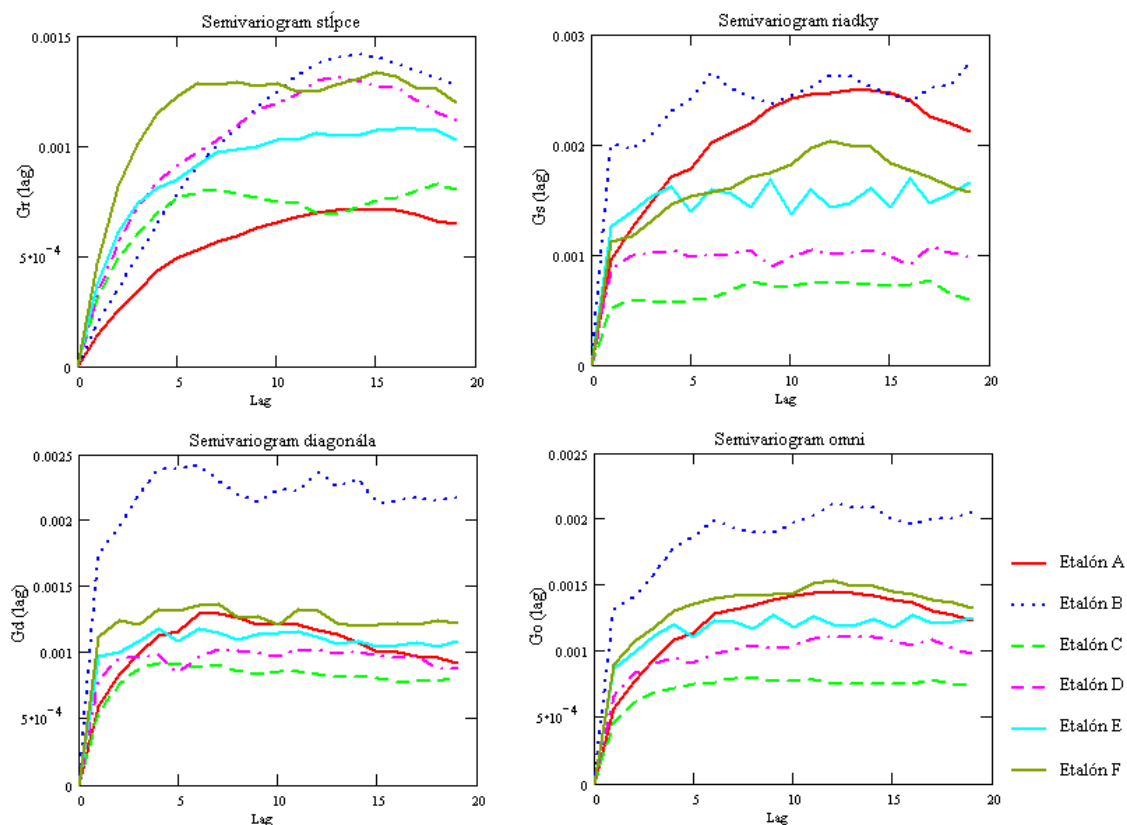
Obr. 38 Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 50 tex, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60



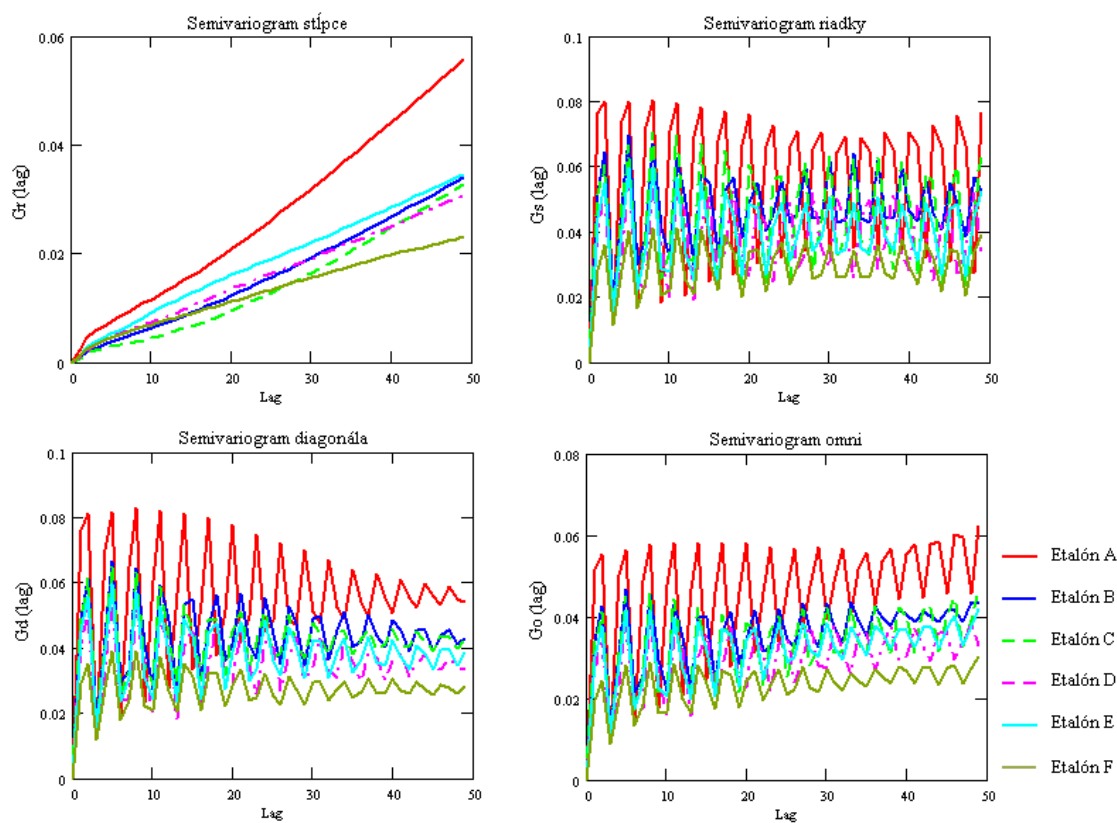
Obr. 39 Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 50 tex, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3



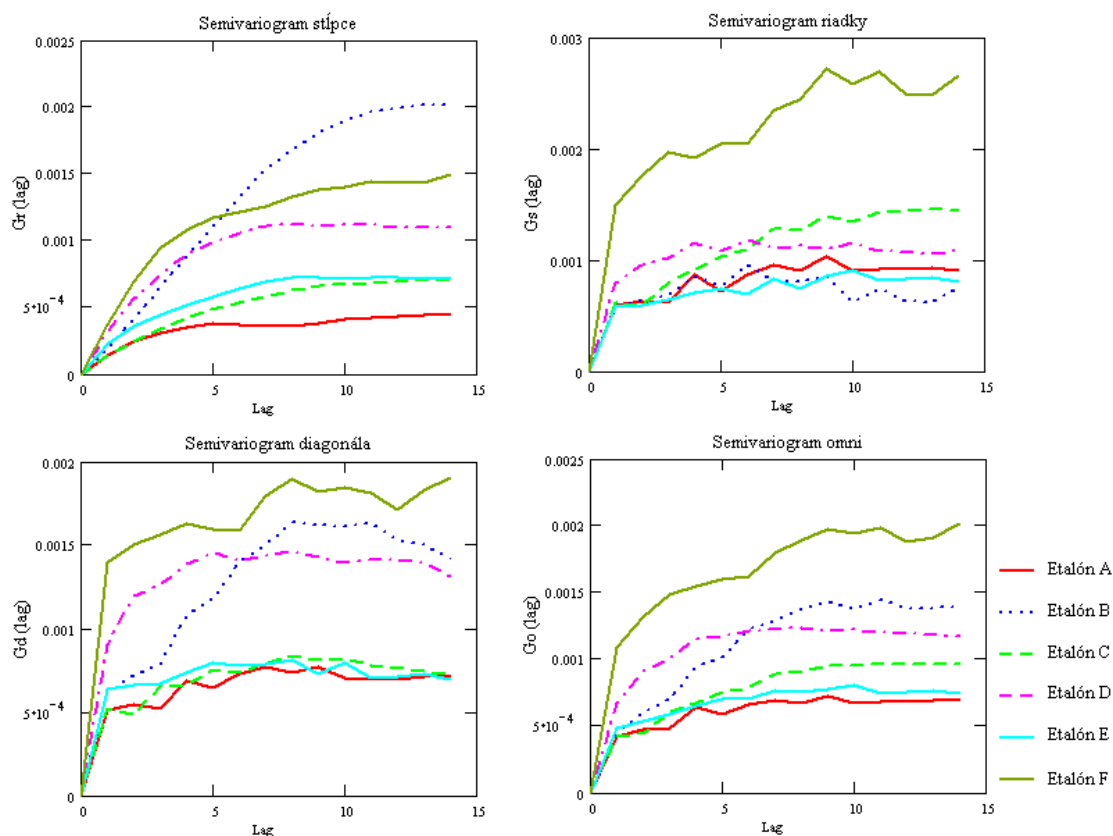
Obr. 40 Graf všesmerového semivariogramu stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 50 tex, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3



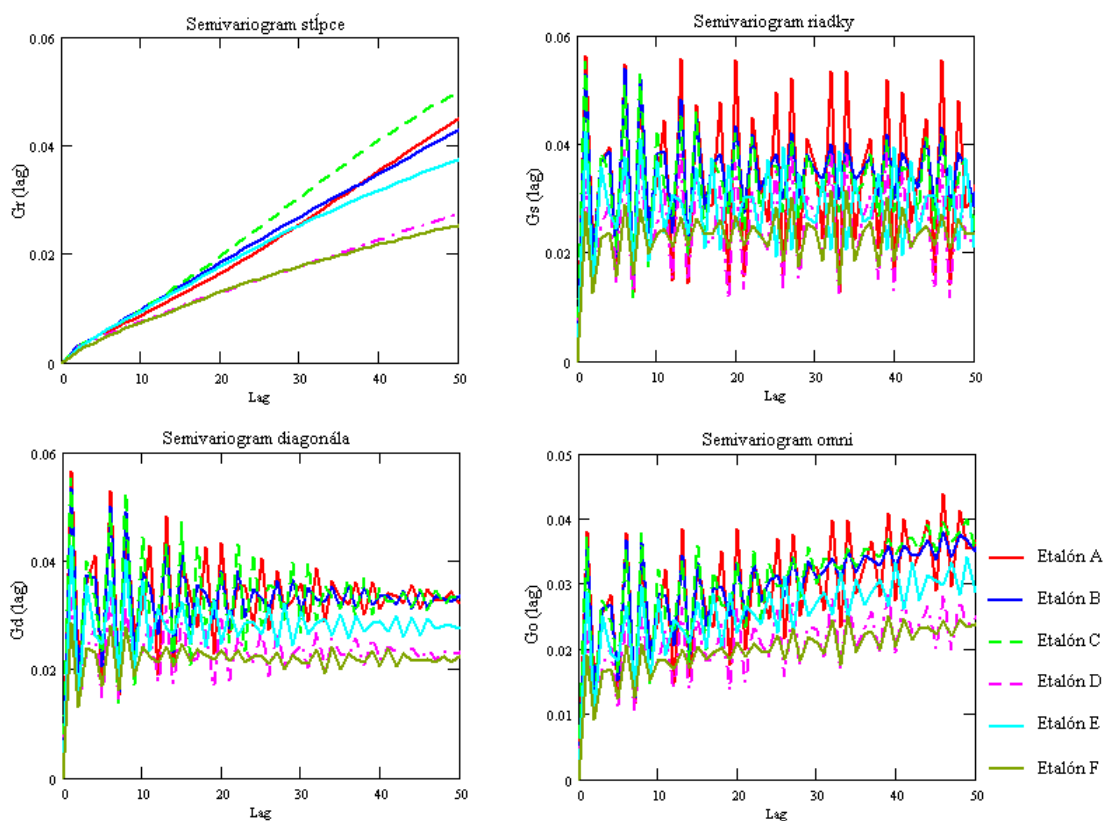
Obr. 41 Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 34 tex, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60



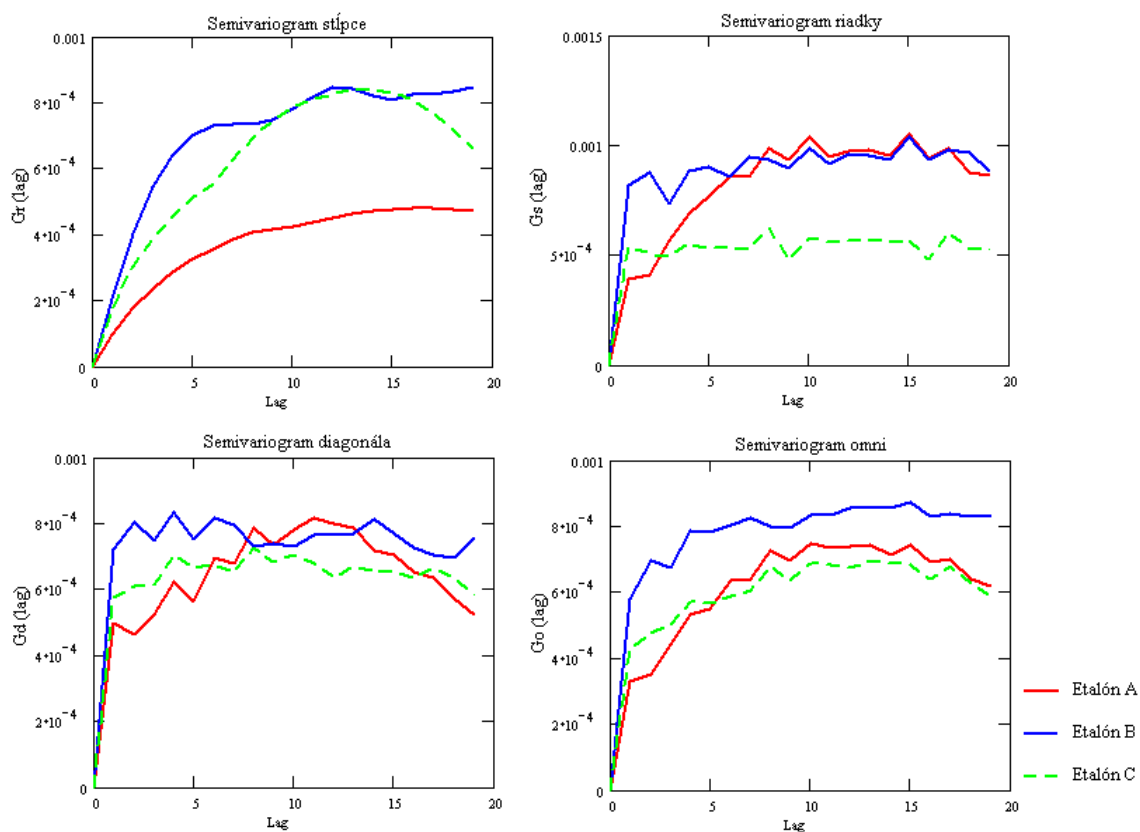
Obr. 42 Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 34 tex, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3



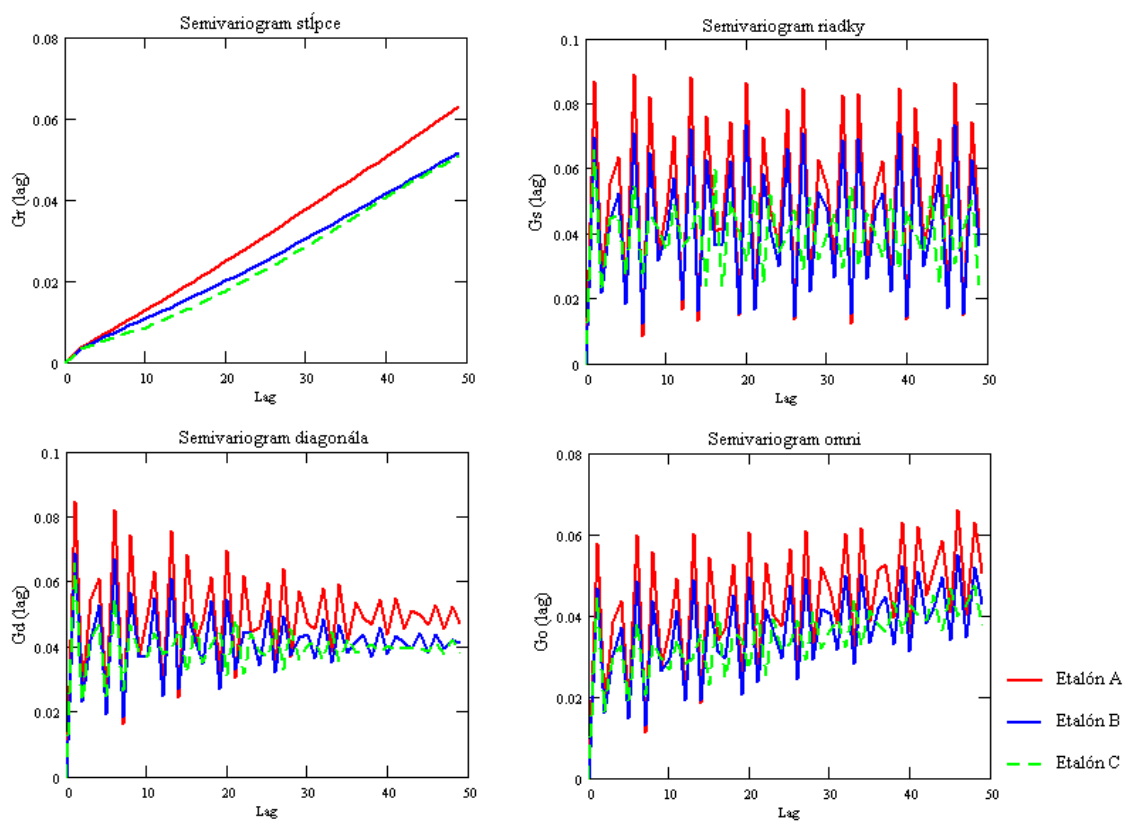
Obr. 43 Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 17 tex, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60



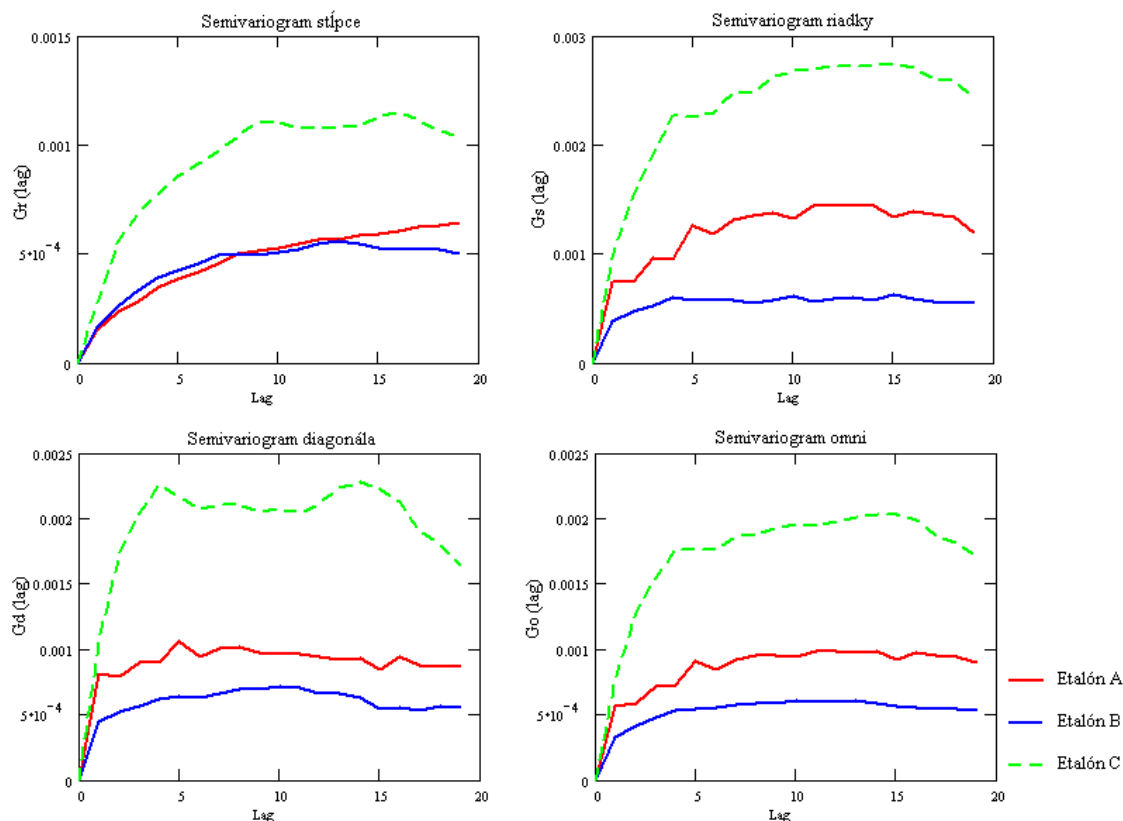
Obr. 44 Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 17 tex, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3



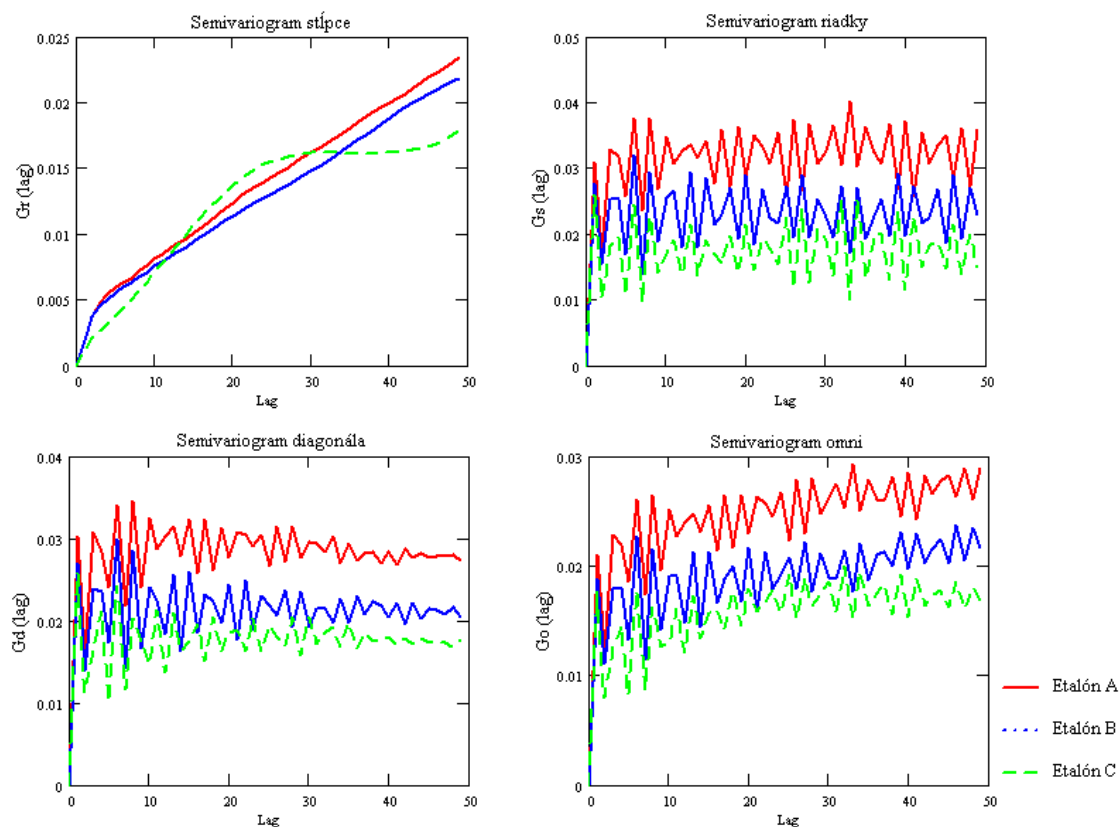
Obr. 45 Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 10 tex, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60



Obr. 46 Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 10 tex, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3



Obr. 47 Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 7,1 tex, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60



Obr. 48 Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 7,1 tex, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3



**Diskusia výsledkov**

Z uvedených grafov na obr. 38 - 48 plynie, že úroveň vzhľadu návinu priadze na etalóne prevedený na kolísanie stupňov šedi priadze výrazne ovplyvňuje polohu semivariogramov a do istej miery aj jej priebeh.

Semivariogramy skonštruované z obrazov priadzí s vyššou úrovňou vzhľadu nadobúdajú nižšie hodnoty v porovnaní so semivariogramy skonštruovanými z obrazov priadzí s nižšou úrovňou vzhľadu. Je to spôsobené tým, že priadza v etalónoch s horšou úrovňou vzhľadu obsahuje viac chýb, je nerovnomernejšia, čo sa prejavuje väčšou variabilitou stupňov šedi medzi štvorcami, tým krivka semivariogramov nadobúda vyššie hodnoty.

V prípade použitia vhodnej veľkosti parametra krok, pri danej jemnosti a vinutí a pri zadanom rovnakom mieste začiatku (priadza alebo tmavá plocha) sledovania kolísania stupňov šedi, sú krivky semivariogramov v rovnakej perióde, len v rôznej polohe, čo je vidieť z grafu na obr. 39. Krivky sú ovplyvnené úrovňou vzhľadu. Z priebehu krivky je možné presne analyzovať rovnomernosť vinutia priadzí, čo je viditeľné napr. na obr. 40, kde je uvedený zväčšený priebeh všesmerového semivariogramu stupňov šedi.

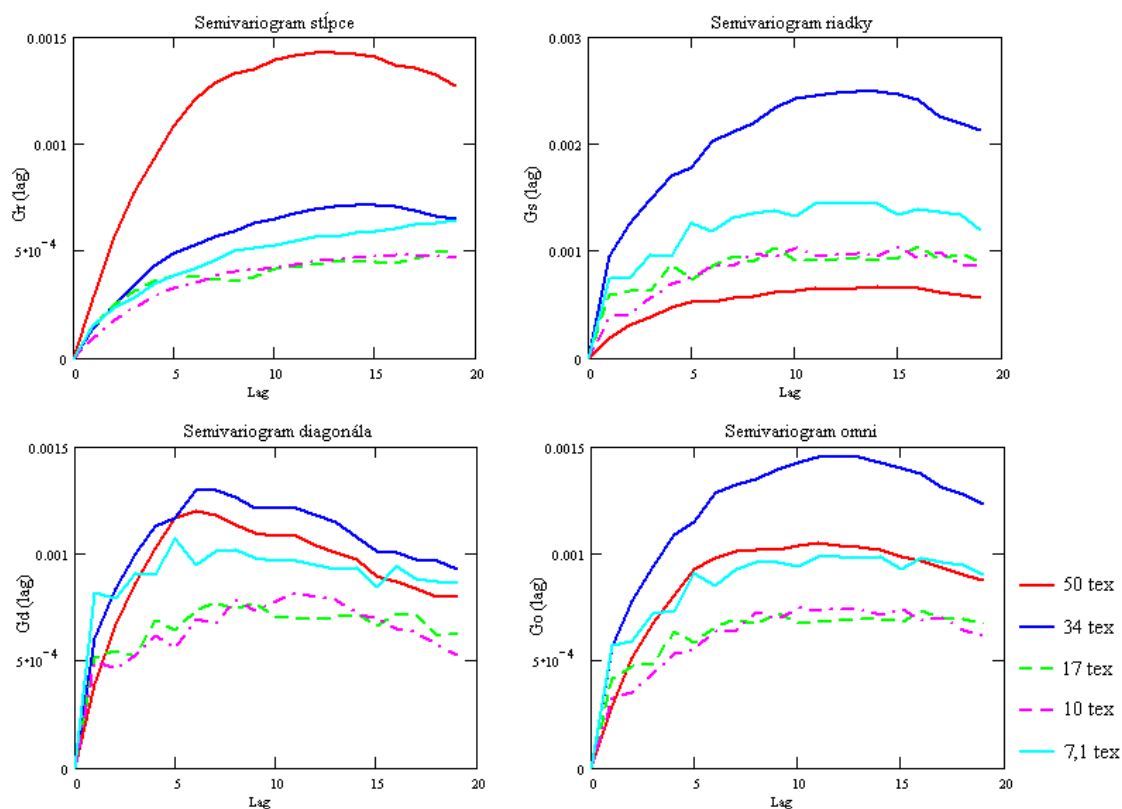
Priebeh kriviek semivariogramov s krokom 3 (pri rovnakej jemnosti pre rôzne úrovne vzhľadu) je podobný – krivky vykazujú periodický priebeh, čo naznačuje, že bolo pravdepodobne zachytené vinutie priadze. Krivky sa líšia polohou, ktorá je pravdepodobne ovplyvnená úrovňou vzhľadu.

V mnohých prípadoch, však veľkým vplyvom na priebeh semivariogramov stupňov šedi etalónov priadzí je rôzne zvlnenie etalónov vplyvom ich veku, čím je ovplyvnené kolísanie stupňov šedi v obraze.

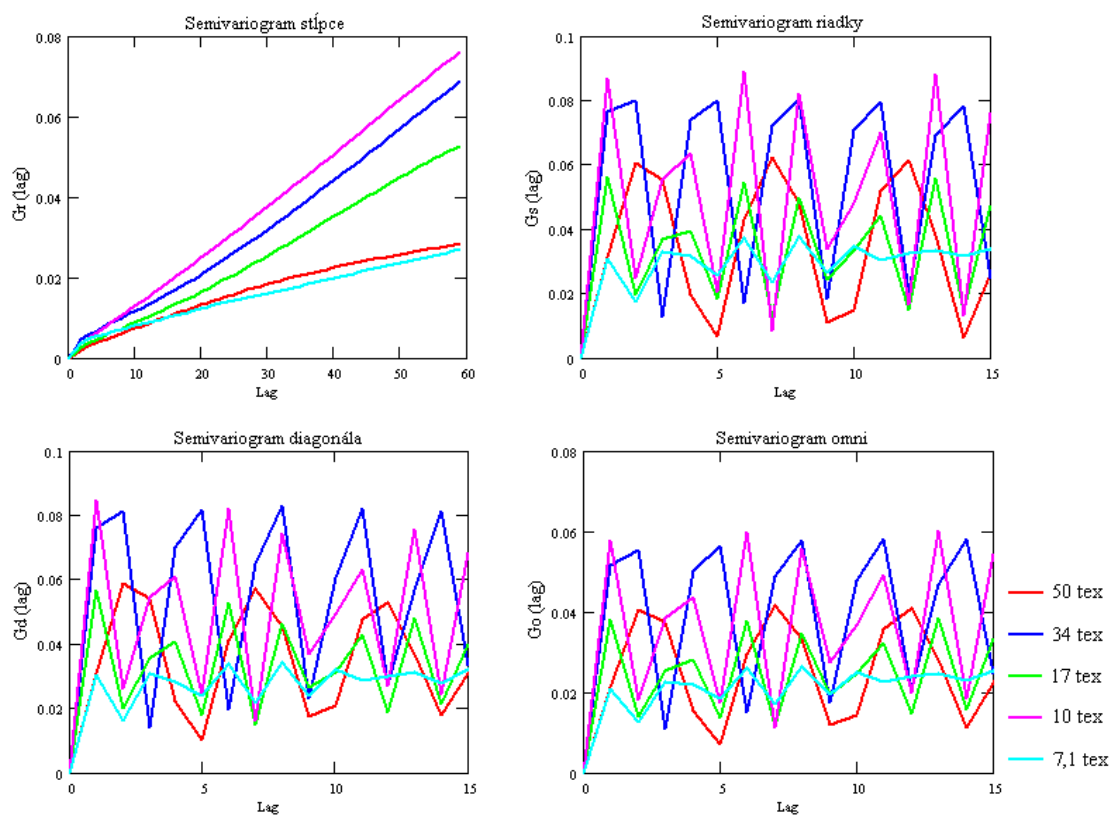
**Porovnanie jednotlivéj úrovne vzhľadu medzi etalónmi bavlnených priadzí**

Na obr. 49 – 58 sú grafy semivariogramov stupňov šedi etalónov bavlnených priadzí, vid' tab. 1. Je tu porovnávaný priebeh kriviek jednotlivých úrovní vzhľadu (úroveň A až úroveň F), medzi rôznymi jemnosťami priadze (priadze jemnosti 7,1 tex až priadze jemnosti 50 tex).

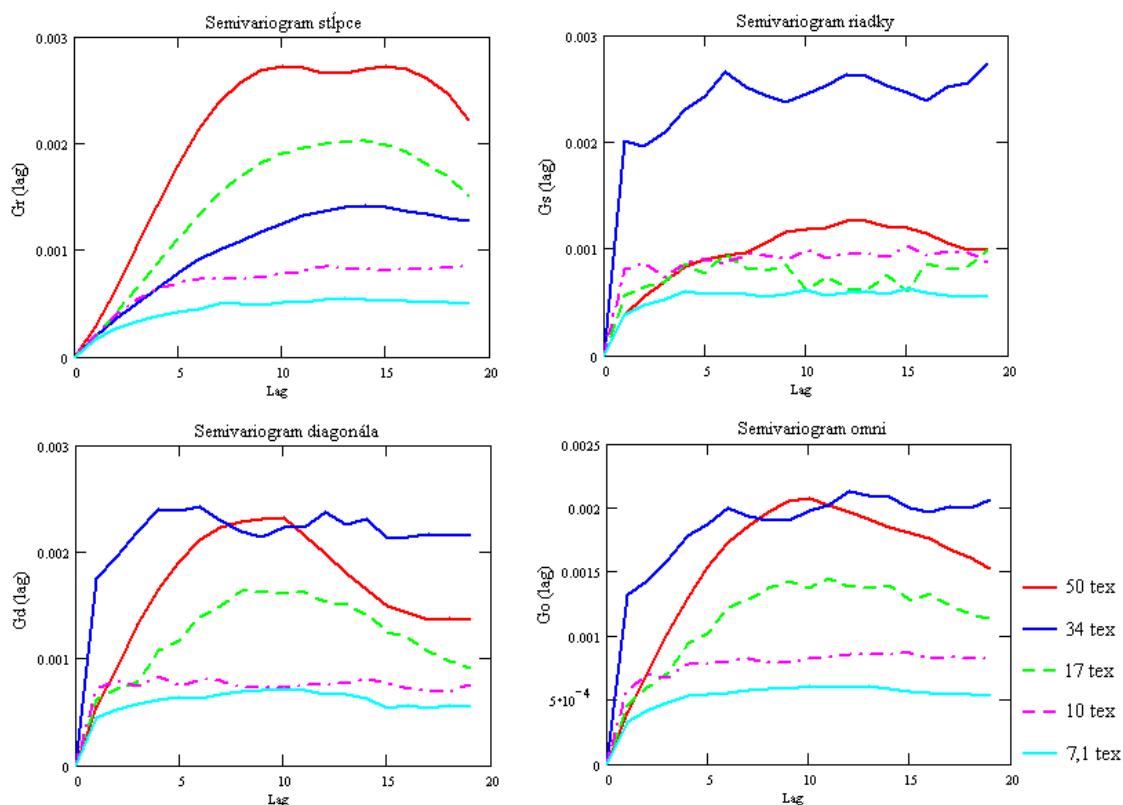
Boli hodnotené plochy obrazu veľkosti 1500 x 1500 px (12,7 x 12,7 cm), s použitým krokom 60 a menšej veľkosti 200 x 200 px (1,69 x 1,69 cm) s použitým krokom 3.



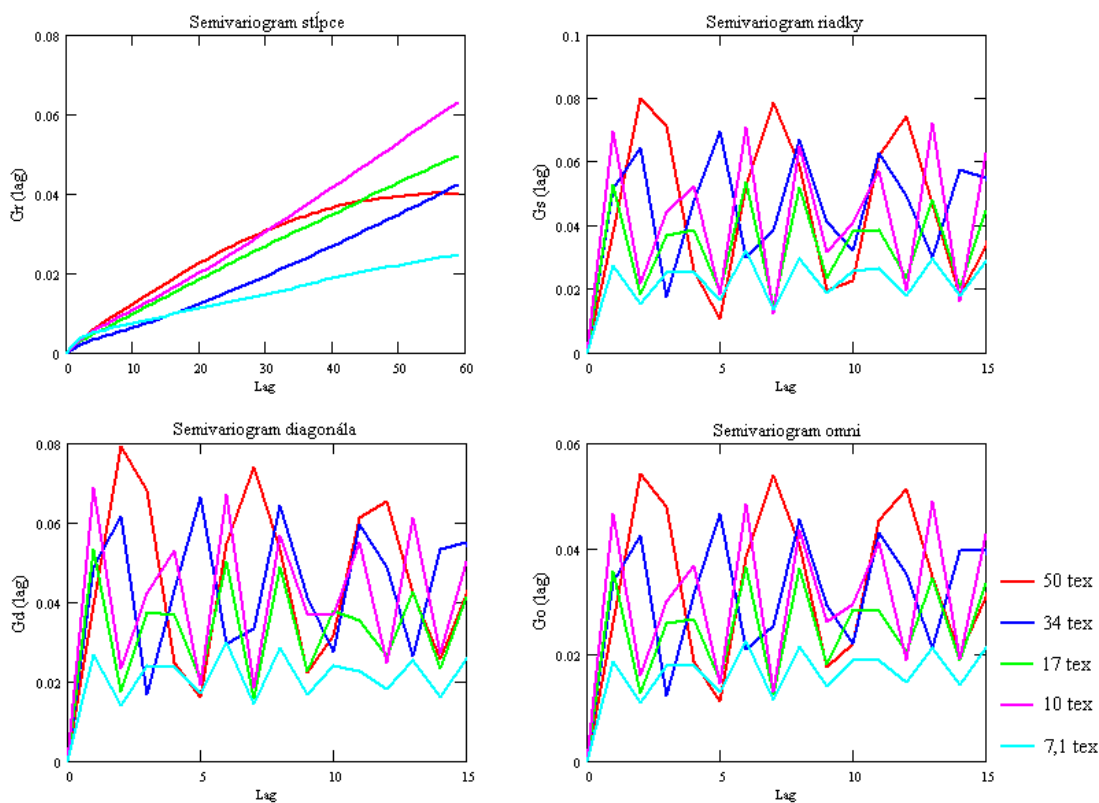
Obr. 49 Graf semivariogramov stupňov šedi priadzí, úroveň vzhľadu A, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60



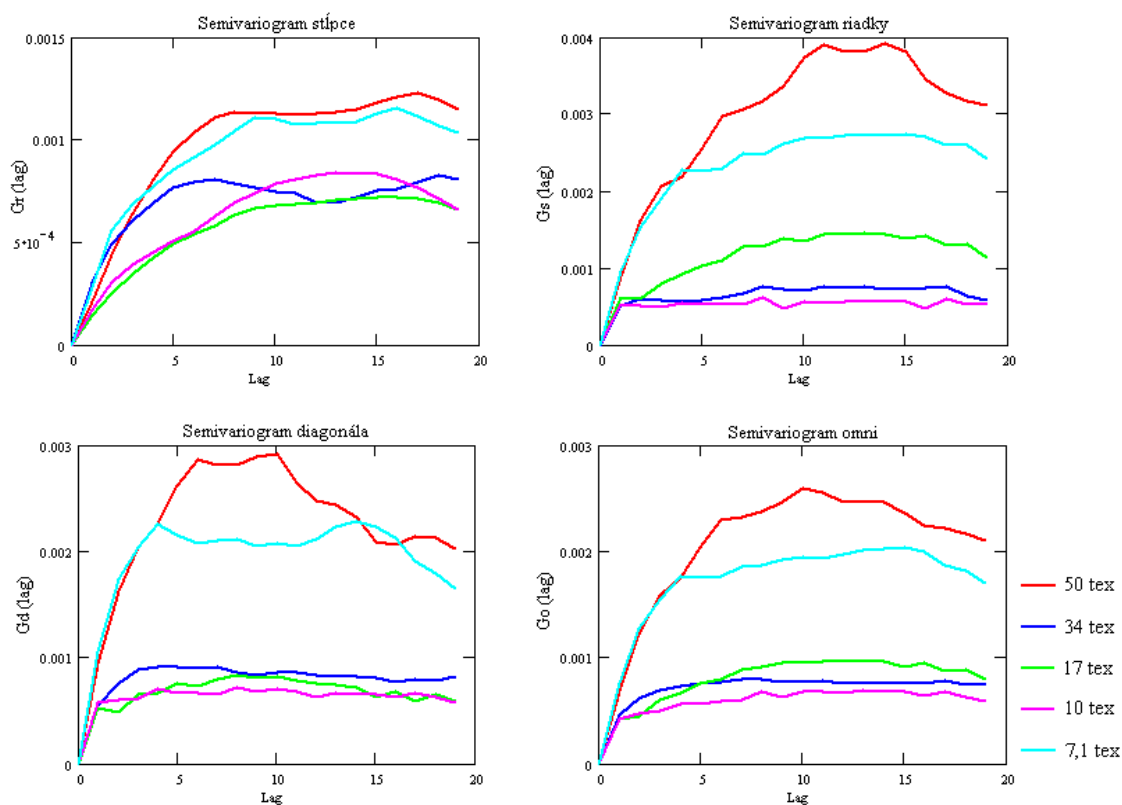
Obr. 50 Graf semivariogramov stupňov šedi priadzí, úroveň vzhľadu A, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3



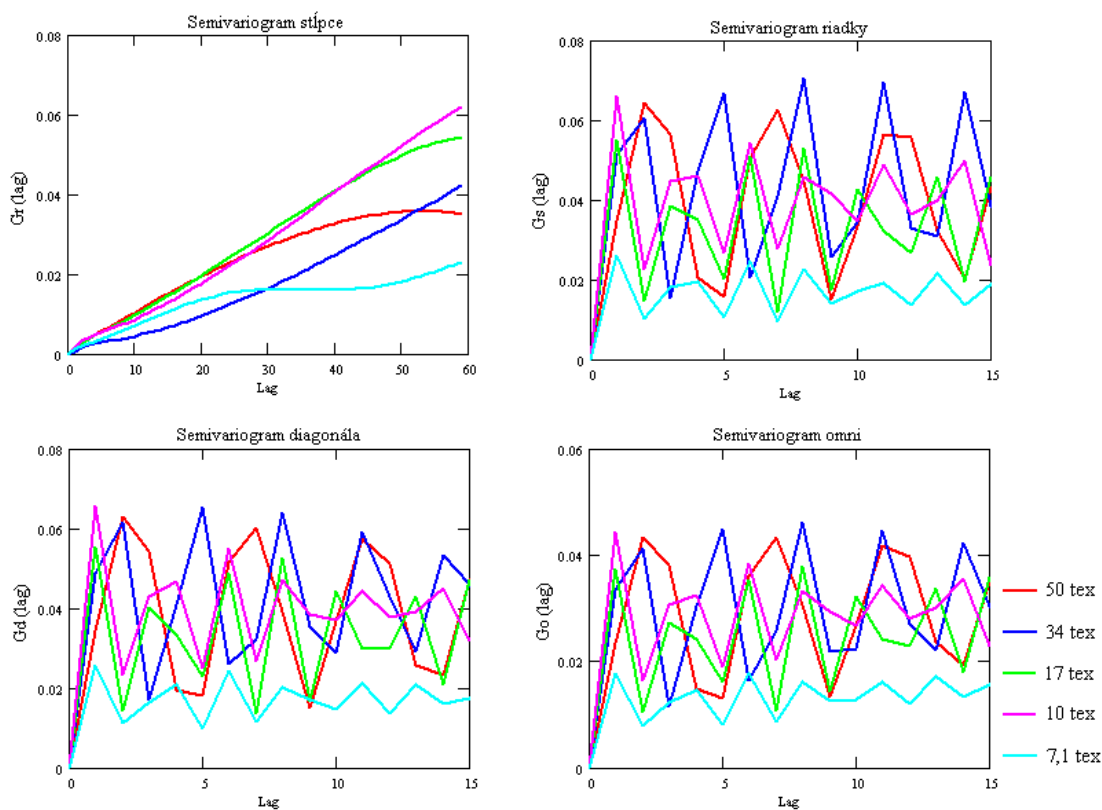
Obr. 51 Graf semivariogramov stupňov šedi priadzí, úroveň vzhl'adu B, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60



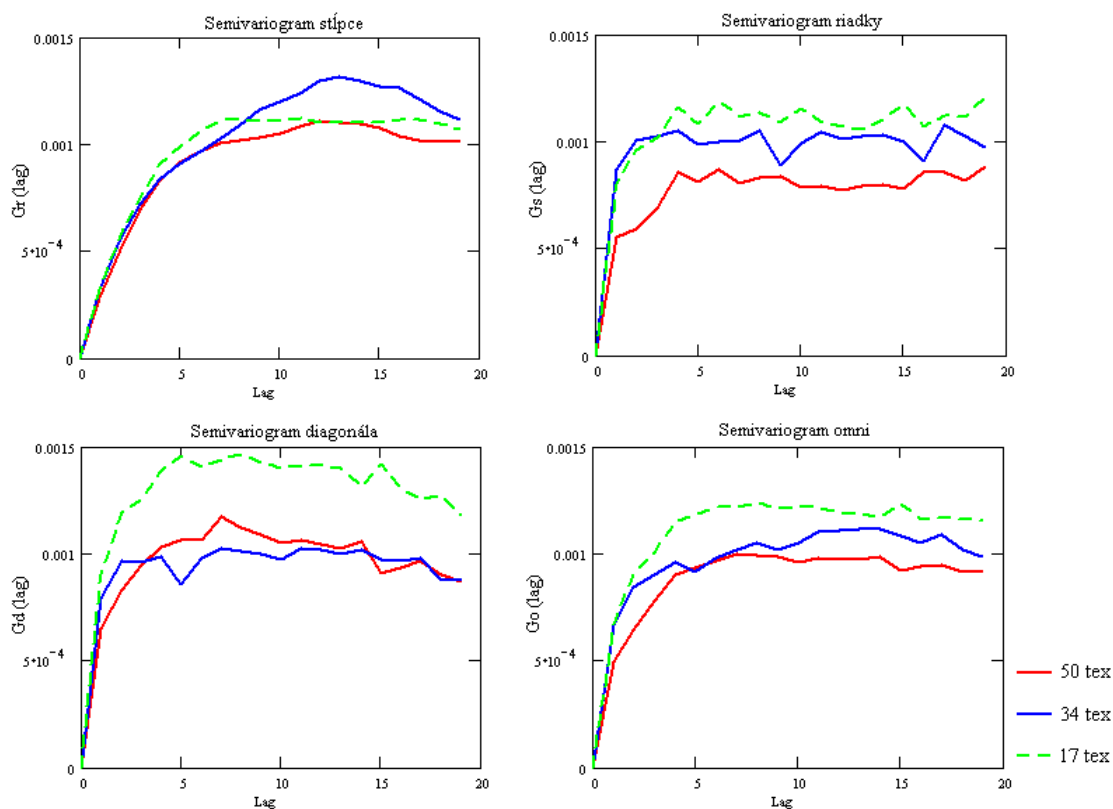
Obr. 52 Graf semivariogramov stupňov šedi priadzí, úroveň vzhl'adu B, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3



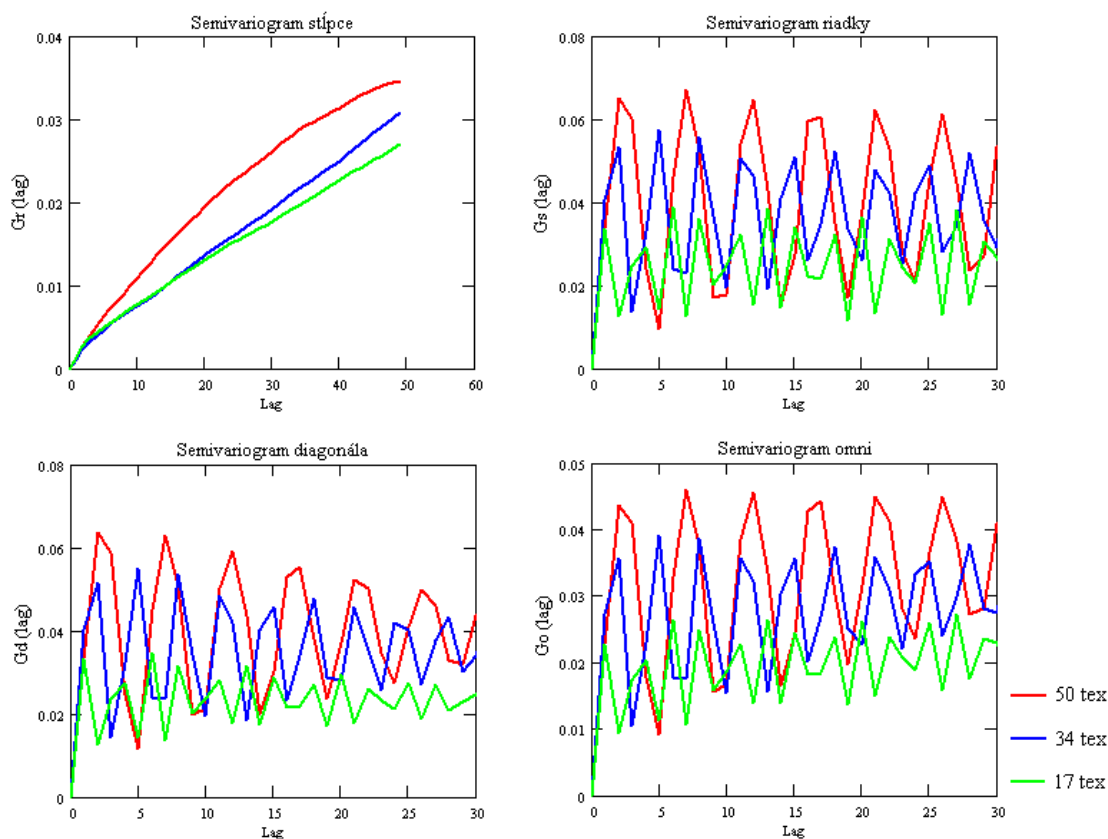
Obr. 53 Graf semivariogramov stupňov šedi priadzí, úroveň vzhladu C, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60



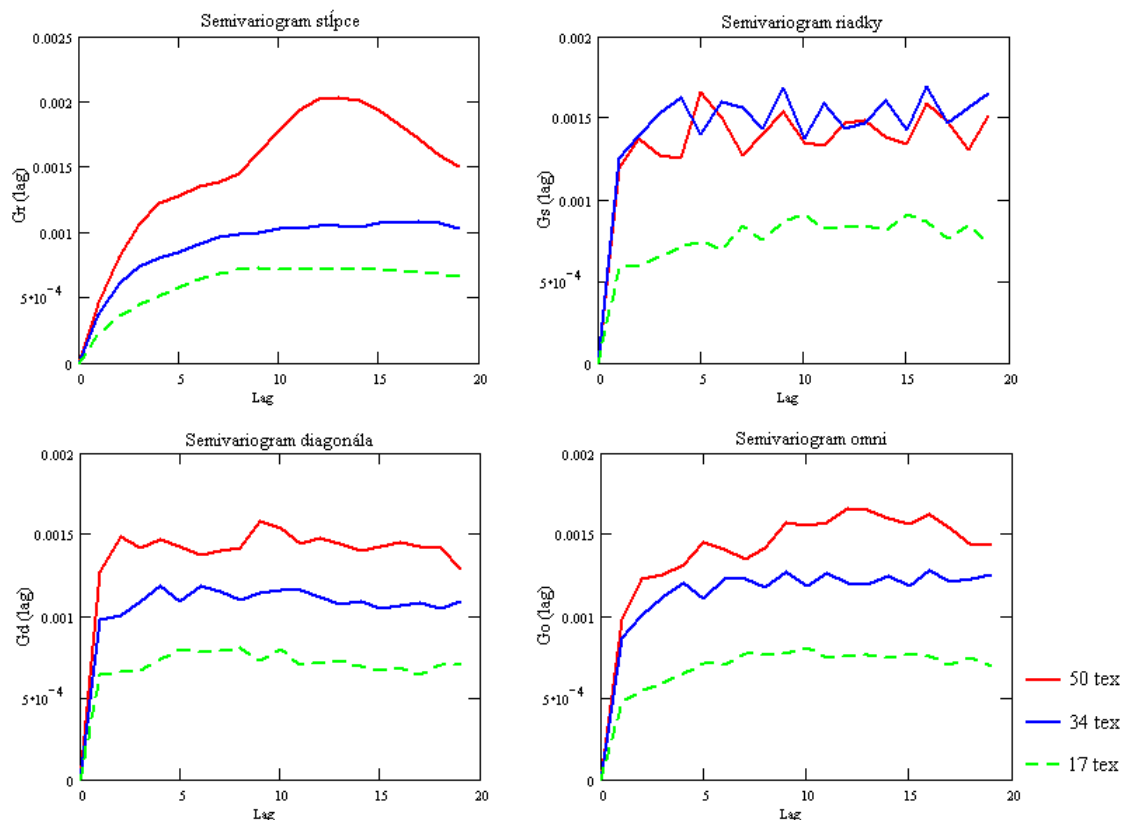
Obr. 54 Graf semivariogramov stupňov šedi priadzí, úroveň vzhladu C, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3



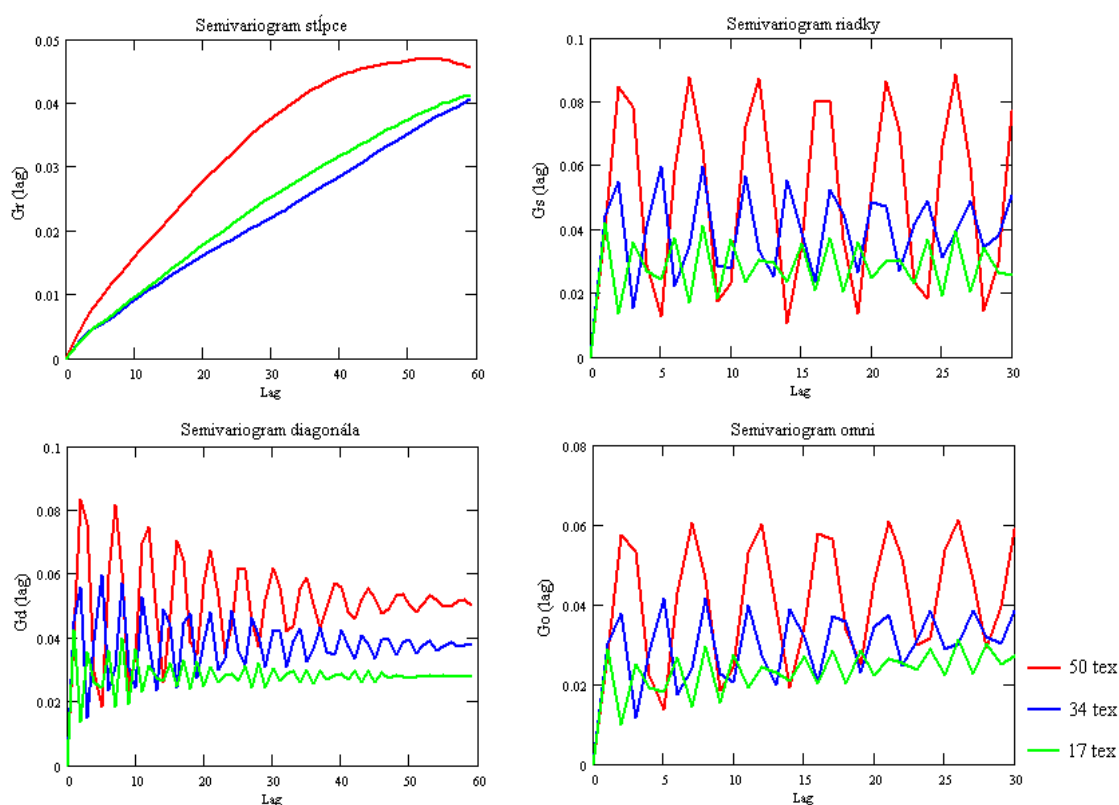
Obr. 55 Graf semivariogramov stupňov šedi priadzí, úroveň vzhľadu D, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60



Obr. 56 Graf semivariogramov stupňov šedi priadzí, úroveň vzhľadu D, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3



Obr. 57 Graf semivariogramov stupňov šedi priadzí, úroveň vzhľadu E, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60



Obr. 58 Graf semivariogramov stupňov šedi priadzí, úroveň vzhľadu E, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3

## Diskusia výsledkov

Pri porovnaní etalónov rovnakej úrovne vzhľadu, v grafoch na obr. 49 - 58, rôznych jemností, je priebeh a poloha kriviek semivariogramov stupňov šedi etalónov ovplyvnený jemnosťou priadze a taktiež vo veľkej miere ovplyvnený vinutím v spojitosti s parametrom krok.

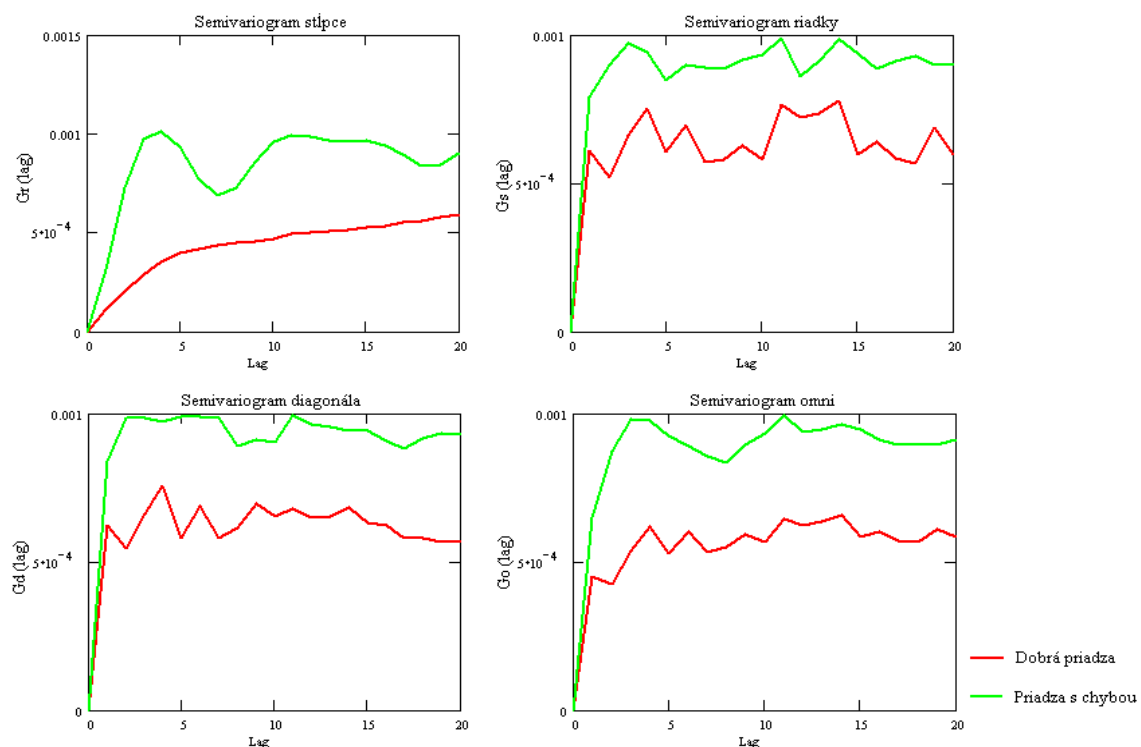
Pri zvolenom menšom parametri krok, vid' v grafoch na obr. 50, 52, 54, 56, 58 je možné analyzovať rovnomernosť jednotlivých vinutí podľa pravidelnosti kolísania krivky semivariogramu v smere stĺpcov, prípadne všesmerového semivariogramu – periodický priebeh s konštantnou periódou je znamením pravidelného vinutia. Porovnaním kriviek etalónov s rôznou jemnosťou a vinutím (napr. priadze jemnosti 50 tex na etalóne, ktorá má vinutie 8 nití / 1 cm a priadze jemnosti 17 tex na etalóne s vinutím 16 nití / 1 cm - rozdiel vinutí je až dvojnásobný), čo je viditeľné, že krivky pravidelne kolísajú, avšak každá s inou periódou a inou výškou maxim a minim, vid' obr. 56, 58.

V mnohých prípadoch je priebeh semivariogramov ovplyvnený rôznym zvlnením etalónov priadzí vplyvom ich veku a tým je ovplyvnená aj variabilita stupňov šedi v obraze.

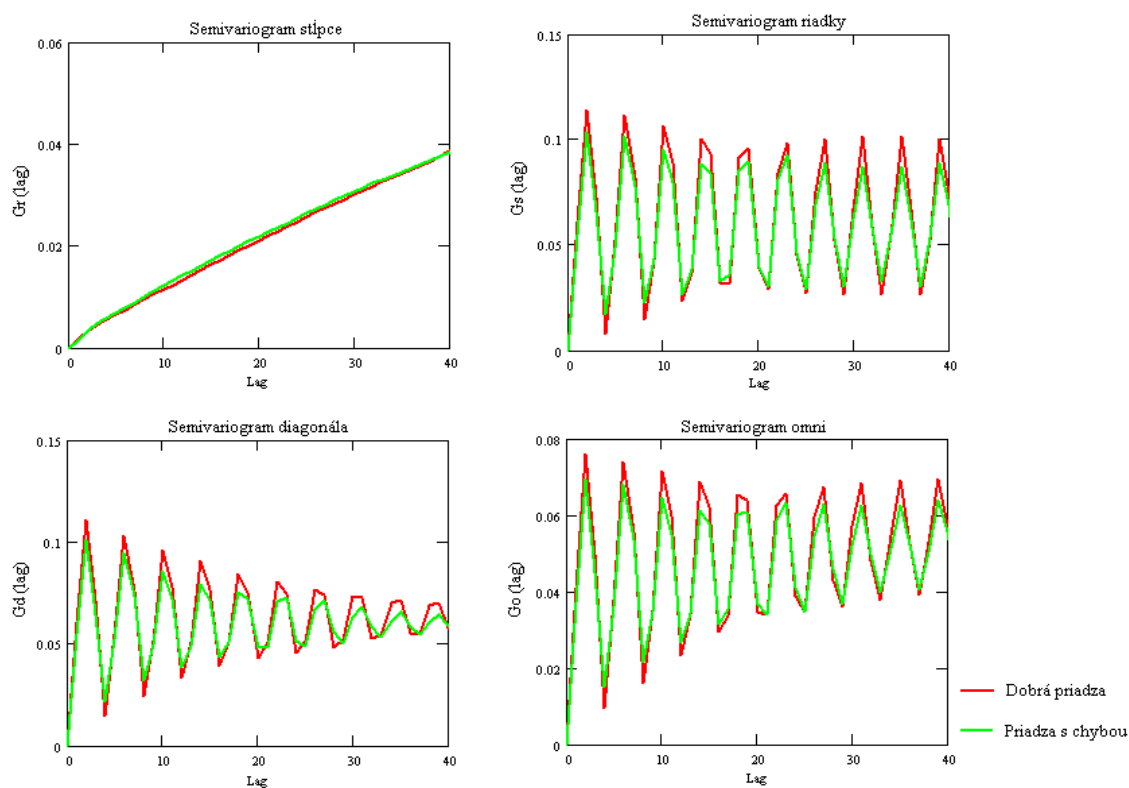
### 2.5.2. Reálne bavlnené priadze

Na obr. 59, 60 sú grafy semivariogramov stupňov šedi. Je tu porovnávaná úroveň vzhľadu reálnych bavlnených priadzí jemnosti 50 tex navinutých na planiskopovej doske, dobrej priadze a priadze s chybou, ktorá vykazovala periodickú nerovnomernosť na krátkych vlnových dĺžkach, tzv. *moiré efekt*.

Bola hodnotená plocha obrazu veľkosti 1500 x 1500 px (12,7 x 12,7 cm), s použitým krokom 60 a menšej veľkosti 200 x 200 px (1,69 x 1,69 cm), s použitým krokom 3.



Obr. 59 Graf semivariogramov stupňov šedi návinu reálnych bavlnených priadzi, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60



Obr. 60 Graf semivariogramov stupňov šedi návinu reálnych bavlnených priadzi, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3



**Diskusia výsledkov**

Z uvedených grafov na obr. 59, 60 plynie, že vzhľad návínu reálnych priadzí prevedený na kolísanie stupňov šedi priadze ovplyvňuje polohu semivariogramov a do istej miery aj ich priebeh.

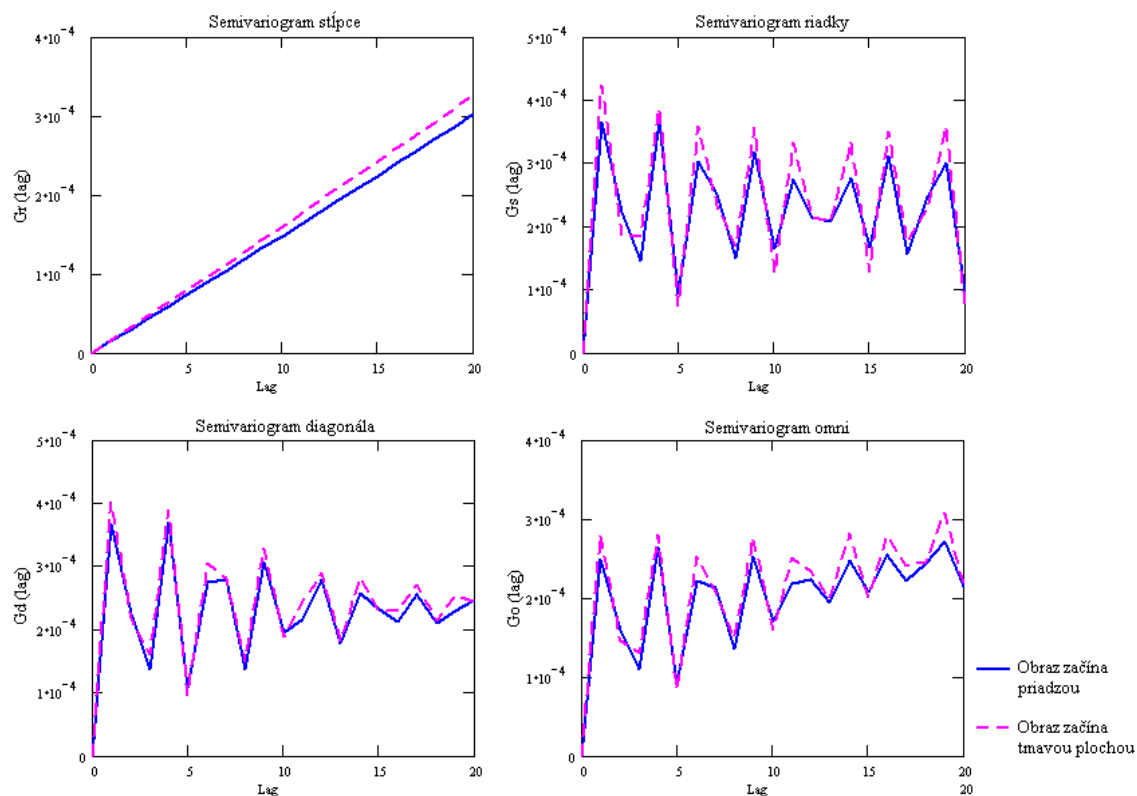
Obraz dobrej priadze v semivariogramoch s použitým väčším krokom má hladký priebeh, variabilita stupňov šedi nadobúda nižšie hodnoty – preto krivky semivariogramov v rôznych smeroch ležia nižšie, ako krivky z obrazu priadze s chybou. Aj napriek rovnakého vinutia a rovnakej jemnosti priadzí. Variabilita stupňov šedi priadze s chybou je vyššia v porovnaní s dobrou priadzou, preto krivka priadze s chybou leží v grafe vyššie. Je to spôsobené tým, že priadza s chybou má väčšiu nerovnomernosť ako dobrá priadza.

Pri použití menšieho kroku, v grafe na obr. 60, je možné sledovať rovnomernosť vinutia priadzí na doske, keďže priadze boli navinuté na rovnakom Planiskope.

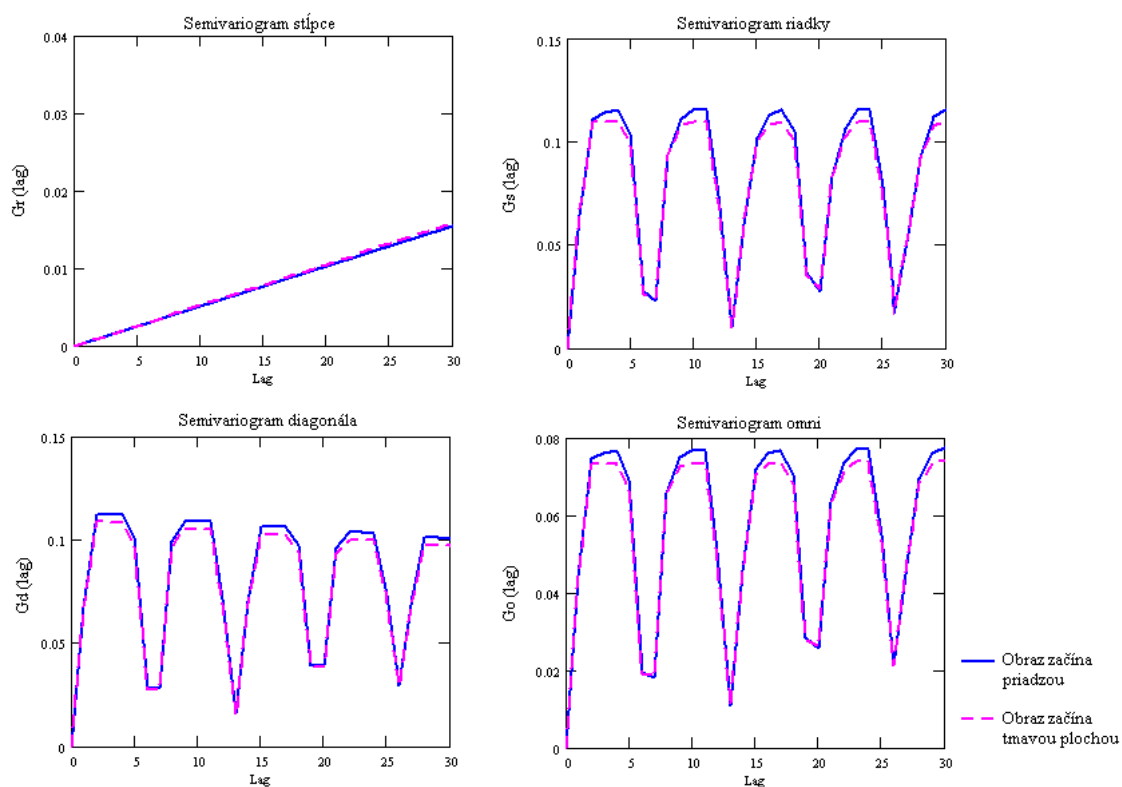
**2.5.3. Simulovaný návín ideálnej priadze**

Na obr. 61, 62 sú grafy, v ktorých je sledovaný priebeh semivariogramov stupňov šedi simulovaného návínu ideálnej priadze.

Bola hodnotená plocha obrazu veľkosti 1500 x 1500 px (12,7 x 12,7 cm), s krokom 60 a menšej veľkosti 200 x 200 px (1,69 x 1,69 cm), s použitým krokom 3.



Obr. 61 Graf semivariogramov stupňov šedi simulovaného návinu ideálnej priadze, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60



Obr. 62 Graf semivariogramov stupňov šedi simulovaného návinu ideálnej priadze, sledovaná veľkosť obrazu 250 x 250 px, krok 2

**Diskusia výsledkov**

Priebeh kriviek semivariogramov je ovplyvnený variabilitou stupňov šedi obrazov vzhľadom priadzí, parametrom krok a veľkosťou sledovaného výrezu obrazu (v pixloch).

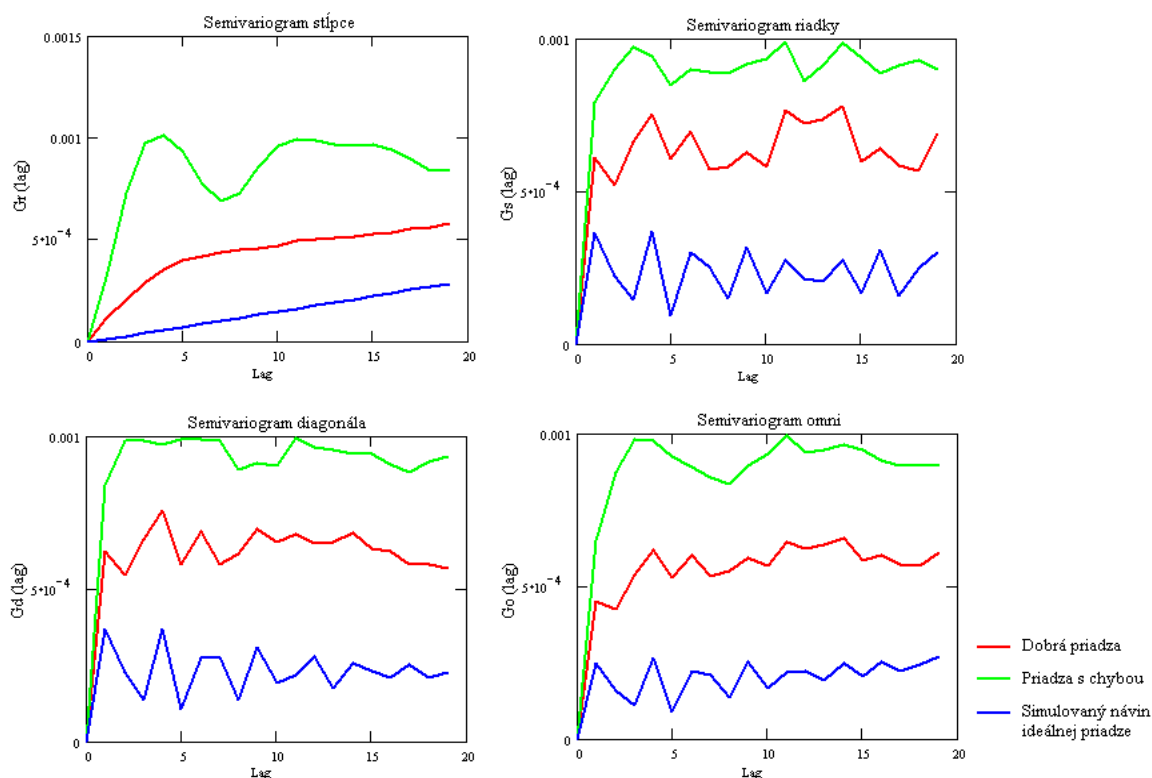
Pri použití menšieho kroku vhodnej veľkosti vzhľadom ku hrúbke priadzí a vinutia, môžeme analyzovať rovnomernosť vinutia, podľa pravidelnosti priebehu krivky, vid' obr. 62. Perióda krivky (vynásobená parametrom krok) potom odpovedá vzdialenosti medzi pravidelne sa opakujúcimi plochami v obraze.

Z grafov na obr. 61, 62 vyplýva, že miesto kde začína program počítat' hodnoty stupňov šedi sledovanej plochy obrazu, či obraz začína priadzou alebo tmavou plochou mierne ovplyvňuje úroveň hodnôt maxím a miním kriviek semivariogramov.

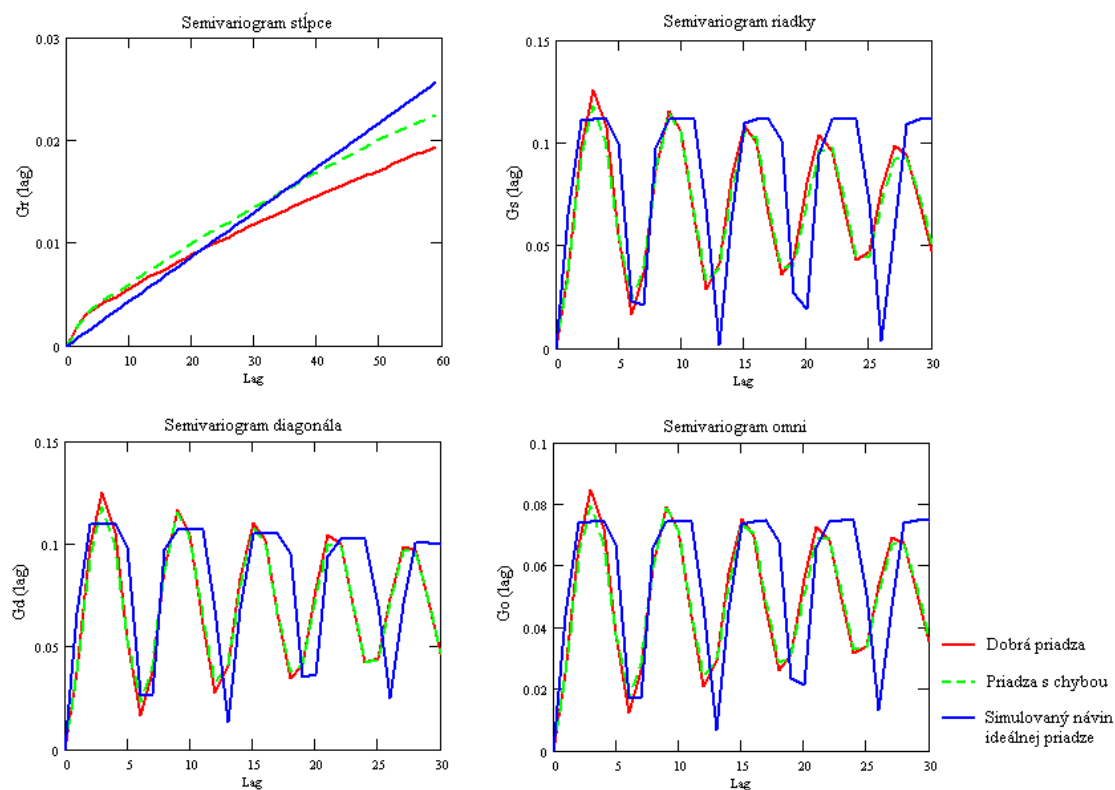
**Porovnanie návinu reálnych priadzí so simulovaným návinom ideálnej priadze**

Na obr. 63, 64 sú grafy, v ktorých je porovnávaný priebeh semivariogramov stupňov šedi simulovaného návinu ideálnej priadze a návinov reálnych bavlnených priadzí na planiskopovej doske.

Boli hodnotené plochy obrazu veľkosti 1500 x 1500 px (12,7 x 12,7 cm), s krokom 60 a menšej veľkosti 200 x 200 px (1,69 x 1,69 cm), s použitým krokom 2.



Obr. 63 Graf semivariogramov stupňov šedi reálneho a simulovaného návinu ideálnej priadze, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60



Obr. 64 Graf semivariogramov stupňov šedi reálneho a simulovaného návinu ideálnej priadze, sledovaná veľkosť obrazu 300 x 300 px, krok 2

**Diskusia výsledkov**

Z uvedených grafov plynie, že úroveň vzhľadu priadzí ovplyvňuje polohu semivariogramov stupňov šedi. Priebehy semivariogramov najvyššej úrovne vzhľadu priadze, v tomto prípade simulovaného návínu ideálnej priadze, nadobúdajú nižšie hodnoty, ako obrazy reálnych priadzí, ktoré nadobúdajú vyššie hodnoty. Je to spôsobené vlastnou nerovnomernosťou reálnych priadzí. Nerovnomernosť priadze spôsobuje väčšiu variabilitu stupňov šedi v sledovaných štvorcoch obrazu.

Obraz simulovaného návínu ideálnej priadze začína pri sledovaní stupňov šedi v rovnakom mieste ako obrazy reálnych priadzí, ale aj tak sa postupne mení jeho priebeh krivky od reálnych priadzí. Je iná sa perióda krivky, vďaka najpravidelnejšiemu vinutiu priadze v obraze.

Keďže bol vytvorený bez rešpektovania vlastnej nerovnomernosti a chlpatosti priadze, prejavuje sa to väčšou periódou krivky a výškami maxím a miním krivky, čo vyplýva z grafu na obr. 64.

### 3. Záver

Úlohou diplomovej práce bolo preštudovať problematiku hodnotenia vzhľadu priadze a posúdenie vhodnosti použitia vybraných štatistických funkcií – plošnej variačnej krivky a semivariogramov stupňov šedi zostrojených pomocou programu „Norma nerovnomernosti tkanín.m“, skonštruovaného prof. Militkým v prostredí Matlab z obrazov priadzí, na objektívne hodnotenie vzhľadu priadze v ploche. Obrazy potrebné na experiment boli získané preskenovaním etalónov čistoty a vzhľadu bavlnených priadzí rôznej úrovne vzhľadu a návinov reálnych bavlnených priadzí rôznej kvality, uložené v nekomprimovanom formáte, s rozlíšením 300 x 300 dpi..

Jednotlivé obrazy priadzí vyššej úrovne vzhľadu prevedené na stupne šedi, v rozsahu jas od 0 % (biela) do 100 % (čierna), obsahujú viac odtieňov čiernej farby ako odtieňov bielej (rovnomernejšie priadze), ako obrazy priadzí nižšej úrovne, obsahujúce viac odtieňov bielej farby (priadze s väčšou nerovnomernosťou).

Predpokladalo sa, že plošné variačné krivky obrazov priadzí vyššej úrovne vzhľadu budú nadobúdať variačné koeficienty CV stupňov šedi nižšie hodnoty, ako obrazy priadzí nižšej úrovne vzhľadu, ktoré by nadobúdali vyššie hodnoty. Taktiež aj u semivariogramov obrazy priadzí vyššej úrovne vzhľadu by vykazovali nižšie hodnoty, ako obrazy priadzí nižšej úrovne vzhľadu a taktiež by boli s horším priebehom semivariogramov. Predpoklady plynú z uvedených vzťahov pre výpočet štatistických funkcií (17), (21), vplyvom kolísania stupňov šedi sledovaného obrazu. Nerovnomernosť priadze spôsobuje väčšie kolísanie priemerného stupňa šedi v sledovaných štvorcoch obrazu.

Experimentom bolo zistené, že rôzna úroveň vzhľadu etalónov priadzí a návinu reálnej priadze majú vplyv na sledovanú polohu štatistických funkcií. Priebeh kolísania stupňov šedi obrazov návinu reálnych priadzí spĺňal predpoklady s výnimkou semivariogramu v smere stĺpcov, čo bolo pravdepodobne spôsobené návinom priadze s chybou.

Predpoklady priebehov kriviek kolísania stupňov šedi obrazov etalónov priadze pomocou vybraných štatistických funkcií (plošnej variačnej krivky a semivariogramov) neboli v niektorých prípadoch úplne totožné s výsledkami experimentu. Keďže v mnohých prípadoch bol priebeh kriviek ovplyvnený tým, že niektoré etalóny rôznej úrovne vzhľadu priadzí boli vplyvom ich veku rôzne zvlnené a tým bolo ovplyvnené

kolísanie stupňov šedi v obraze. S rastúcou plochou sledovaného obrazu priebeh plošnej variačnej krivky neklesal.

Z experimentu vyplývajú aj nasledovné skutočnosti. Vplyvom na sledovanú polohu kriviek semivariogramov má miesto, kde začína program počítať priemerné hodnoty stupňov šedi sledovanej plochy. Preto boli zadávané do programu sledované plochy obrazov tak, aby začínali rovnako, kde bolo možné presne analyzovať rovnomernosť vinutia priadzí a ich úrovne vzhľadu, ale vo väčšine prípadov obrazov etalónov priadzí boli priebehy kolísania stupňov šedi v obraze ovplyvnené už spomínaným zvlnením vplyvom veku niektorých etalónov.

V prípade plošných variačných kriviek má veľkosť hodnoteného štvorca vplyv na hodnotu variability šedi, zo štatistiky vyplýva, že so zväčšujúcou sa veľkosťou štvorca variabilita šedi klesá. Pri použití menšieho parametra *delenie* sa na konci krivky objavili pílovité zakončenia, vplyvom veľkého kolísania variability šedi v obraze v dôsledku nízkej štatistickej spoľahlivosti dát zapríčinené malým počtom štvorcov, z ktorých sa počíta variačný koeficient CV v danom bode krivky.

V prípade semivariogramov bol priebeh kriviek ovplyvnený variabilitou stupňov šedi obrazov vzhľadu priadzí, parametrom *krok* a veľkosťou sledovaného výrezu obrazu (v pixloch). Pri vyššej hodnote parametra *krok*, napr. *krok* 60, bola sledovaná väčšia plocha výrezu obrazu a krivka nadobúdala hladký priebeh. Pri zvolení optimálnej nižšej hodnoty *kroku*, napr. *krok* 2, bolo v sledovanom obraze s menšou plochou výrezu obrazu možné presne určiť hodnoty periódy krivky, ktoré odpovedali pravidelne sa opakujúcim plochám v obraze, tzn. bolo možné sledovať pravidelnosť vinutia priadze.

Semivariogramy na rozdiel od plošných variačných kriviek, sú citlivejším nástrojom a dokážu zachytiť aj menšie odchýlky kolísania stupňov šedi v obraze. Na určenie priebehu úrovni vzhľadu priadzí bolo navrhnuté hodnotenie podľa semivariogramu omni, ktorý je získaný spriemerovaním všetkých troch semivariogramov (v smere riadkov, stĺpcov a diagonále) a je v ňom najlepšie viditeľný priebeh kolísania stupňov šedi obrazu.

Na záver sa dá skonštatovať, že plošná variačná krivka nie je vhodným nástrojom na vyjadrenie úrovne vzhľadu priadze v ploche, na rozdiel od semivariogramov, ktoré sú lepšími a vhodnejšími nástrojmi. Na základe priebehov jednotlivých kriviek semivariogramov stupňov šedi je možné sledovať úrovne vzhľadu priadze a rovnomernosť vinutia priadzí v ploche.

## 4. Zoznam ilustrácií

Obrázok 1	Ukážka etalónov bavlnených priadzí jemnosti 10 tex .....	11
Obrázok 2	Znázornenie nerovnakého počtu vlákien v rôznych prierezoch .....	13
Obrázok 3	Znázornenie nerovnakého prierezu vlákien .....	14
Obrázok 4	Znázornenie nedokonalosti náväznosti koncov štaplových vlákien .....	14
Obrázok 5	Moiré efekt v tkanine .....	18
Obrázok 6	Moiré efekt v pletenine .....	18
Obrázok 7	Pruhovitost' v tkanine.....	18
Obrázok 8	Mrakovitost' v tkanine.....	19
Obrázok 9	Mrakovitost' v pletenine.....	19
Obrázok 10	Slabé miesto v priadzi, jeho odpovedajúci signál .....	19
Obrázok 11	Silné miesto v priadzi, jeho odpovedajúci signál.....	20
Obrázok 12	Nopok v priadzi, jeho odpovedajúci signál.....	20
Obrázok 13	Vonkajšia a vnútorná plošná variačná krivka stupňov šedi obrazu bavlnenej priadze jemnosti 20 tex, delenie 10 .....	23
Obrázok 14	Vonkajšia a vnútorná plošná variačná krivka stupňov šedi obrazu bavlnenej priadze jemnosti 20 tex, delenie 6 .....	23
Obrázok 15	Ukážka semivariogramov stupňov šedi bavlnenej priadze jemnosti 50 tex, etalón A, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60 ....	25
Obrázok 16	Ukážka semivariogramov stupňov šedi bavlnenej priadze jemnosti 50 tex, etalón A, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 3 .....	25
Obrázok 17	Ukážka etalónov mykaných bavlnených priadzí jemnosti 50 tex.....	28
Obrázok 18	Ukážka etalónov česaných bavlnených priadzí jemnosti 7,1 tex.....	29
Obrázok 19	Znázornenie výrezu obrazu reálnej dobrej priadze, 1000 x 700 px.....	29
Obrázok 20	Znázornenie výrezu obrazu reálnej priadze s chybou, 1000 x 700 px.....	30
Obrázok 21	Znázornenie výrezu obrazu simulovaného návinu ideálnej priadze, 500 x 250 px .....	30
Obrázok 22	Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 50 tex, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10 .....	31
Obrázok 23	Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 34 tex, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10 .....	31



Obrázok 24	Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 17 tex, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10.....	32
Obrázok 25	Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 10 tex, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10.....	32
Obrázok 26	Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 7,1 tex, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10.....	32
Obrázok 27	Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov priadzí, úroveň vzhľadu A, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10.....	34
Obrázok 28	Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov priadzí, úroveň vzhľadu B, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10.....	34
Obrázok 29	Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov priadzí, úroveň vzhľadu C, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10.....	34
Obrázok 30	Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov priadzí, úroveň vzhľadu D, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10.....	35
Obrázok 31	Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov priadzí, úroveň vzhľadu E, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10.....	35
Obrázok 32	Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi etalónov priadzí, úroveň vzhľadu F, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10.....	35
Obrázok 33	Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi reálnych bavlnených priadzí, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10.....	37
Obrázok 34	Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi reálnych bavlnených priadzí, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 6.....	37

Obrázok 35	Graf vonkajšej plošnej variačnej krivky stupňov šedi simulovaného návinu ideálnej priadze, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10.....	39
Obrázok 36	Graf vonkajšej plošnej variačnej krivky stupňov šedi simulovaného návinu ideálnej priadze, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 6.....	39
Obrázok 37	Graf vonkajších plošných variačných kriviek stupňov šedi reálneho a simulovaného návinu ideálnej priadze, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, delenie 10.....	41
Obrázok 38	Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 50 tex, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60.....	42
Obrázok 39	Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 50 tex, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3.....	43
Obrázok 40	Graf všesmerového semivariogramu stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 50 tex, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3.....	43
Obrázok 41	Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 34 tex, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60.....	44
Obrázok 42	Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 34 tex, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3.....	44
Obrázok 43	Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 17 tex, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60.....	45
Obrázok 44	Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 17 tex, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3.....	45
Obrázok 45	Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 10 tex, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60.....	46
Obrázok 46	Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 10 tex, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3.....	46
Obrázok 47	Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 7,1 tex, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60.....	47
Obrázok 48	Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadze jemnosti 7,1 tex, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3.....	47
Obrázok 49	Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadzí, úroveň vzhl'adu A, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60.....	49

Obrázok 50	Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadzí, úroveň vzhľadu A, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3.....	49
Obrázok 51	Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadzí, úroveň vzhľadu B, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60.....	50
Obrázok 52	Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadzí, úroveň vzhľadu B, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3.....	50
Obrázok 53	Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadzí, úroveň vzhľadu C, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60.....	51
Obrázok 54	Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadzí, úroveň vzhľadu C, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3.....	51
Obrázok 55	Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadzí, úroveň vzhľadu D, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60.....	52
Obrázok 56	Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadzí, úroveň vzhľadu D, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3.....	52
Obrázok 57	Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadzí, úroveň vzhľadu E, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60.....	53
Obrázok 58	Graf semivariogramov stupňov šedi etalónov priadzí, úroveň vzhľadu E, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3.....	53
Obrázok 59	Graf semivariogramov stupňov šedi návinu reálnych bavlnených priadzí, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60.....	55
Obrázok 60	Graf semivariogramov stupňov šedi návinu reálnych bavlnených priadzí, sledovaná veľkosť obrazu 200 x 200 px, krok 3.....	55
Obrázok 61	Graf semivariogramov stupňov šedi simulovaného návinu ideálnej priadze, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60.....	57
Obrázok 62	Graf semivariogramov stupňov šedi simulovaného návinu ideálnej priadze, sledovaná veľkosť obrazu 300 x 300 px, krok 2.....	57
Obrázok 63	Graf semivariogramov stupňov šedi reálneho a simulovaného návinu ideálnej priadze, sledovaná veľkosť obrazu 1500 x 1500 px, krok 60 ....	59
Obrázok 64	Graf semivariogramov stupňov šedi reálneho a simulovaného návinu ideálnej priadze, sledovaná veľkosť obrazu 300 x 300 px, krok 2 .....	59

## 5. Zoznam použitej literatúry

- [1] Ursíny, P.: *Předení I*. Skriptum,. Technická univerzita v Liberci, 2006.
- [2] Lizák, P.; Legerská, J.: *Náuka o materiáli*, Skriptum, TnUAD, FPT, Katedra priemyselného dizajnu, Ružomberok 2009.
- [3] Kovačič, V.: *Zkoušení textílií II*, Hmotná nestejnoměrnost délkových textílií, elektronické skriptá, KTM, Technická univerzita v Liberci.
- [4] Moučková (Cihlářová), E.: *Hmotová nestejnoměrnost délkových a plošných textílií*, elektronické skriptá, Fakulta textilní, Technická univerzita v Liberci, 2002.
- [5] Moučková, E.: *Předení, 2. Hmotná nestejnoměrnost*, elektronické skriptá, KTT, FT, Technická univerzita v Liberci, 2009.
- [6] Uster Tester 4: *Anwendungshandbuch*, v1.0/400 106 - 04010 ZELLWEGER USETE 2001
- [7] Kim, Y. K.; Langley, K. D.; Avsar, F.: *Quantitative grading of Spun Yarns for appearance*, Journal of Textile Engineering, vol. 52, No. 1, pp. 13-18, 2006.
- [8] Semnani, D.; Iatifi, M.; Tehran, M. A.; Pourdeyhimi, B.; Merati, A. A.: *Development of appearance grading method of cotton for various types of yarns*, RJTA Vol. 9, No. 4, 2005.
- [9] SUH, M., W.: *A electronic Imagining of Fabric Qualities by on-line yarn data*, Dostupné z [www.ntcresearch.org/pdf-rtps/AnRp01/I01-A1.pdf](http://www.ntcresearch.org/pdf-rtps/AnRp01/I01-A1.pdf) Accessed: 2005-02-01.
- [10] SUH, M., W.: *A electronic Imagining of Fabric Qualities by on-line yarn data*, Dostupné z [www.ntcresearch.org/pdf-rtps/AnRp01/S01-NS12-A2.pdf](http://www.ntcresearch.org/pdf-rtps/AnRp01/S01-NS12-A2.pdf) Accessed: 2005-02-01.
- [11] Ursíny, P.; Moučková, E.; Jirásková, P.: *Predikce a hodnocení nestejnoměrnosti v ploše* (záverečná zpráva), Textilní technologie, Liberec 2009.
- [12] Militký, J.: *Probability model of nonwovens unevenness*, Proceedings of 7<sup>th</sup> international conference Structure and Structural Mechanics of Textile Fabrics, pp. 193-198, Technical University of Liberec, Liberec 2000, ISBN 80-7083-442-0.
- [13] Militký, J.; Rubnerová, J.; Klička, V.: *Spatial statistics and unevenness of surface mass of non-woven textiles*, Proceeding of 7<sup>th</sup> national conference

- Strutex, pp. 199-203, Technical university of Liberec, Liberec, 2000, ISBN 80-7083-668-7.
- [14] Militký, J.; Klička, V.: *Characterization of textiles mass variation in plane*, Proceedings of 5<sup>th</sup> world Textile Conference Autex 2005, pp. 750-755, University of Maribor, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Textiles, Maribor, 2005, ISBN 86-435-0709-1.
- [15] Moučková, E.; Jirásková, P.: *Influence of weft sett on course of area variation curve of woven fabric*, 6<sup>th</sup> international conference TEXSCI 2007 Textile Science 2007, Book of abstract, pp. 161-162, 978-80-7372-207-4, June 2007, Technical University of Liberec, Textile Faculty, Liberec 2007.
- [16] Jirásková, P.; Moučková, E.: *New method for the evaluation of woven fabric unevenness*, Autex Research Journal, 10 (2), pp. 49 – 54, ISSN 1470-9589, 2010
- [17] Moučková, E.; Jirásková, P.; Ursíny, P.: *Surface unevenness of fabric in Woven Fabric Engineering*, Edited by Polonia Dobnik Dubrovski, pp. 195- 217, Sciyo, ISBN 978-953-307-194-7, 2010.
- [18] Cressie, N. A. C.: *Statistics for spatial data*, J. Wiley, ISBN 0-473-00255-0, New York, 1993.
- [19] Moučková, E.; Jirásková, P.; Janoušek, J.: *Povrchová nestejnomyernost tkanin (dílní zpráva)*, VTC II, sekce B, Technická univerzita v Liberci, Liberec (2007)
- [20] Březina, M.; Militký, J.: *Complex characterization of textile surface*, Robust' 2002 – proceeding of twelfth winter school JČMF, pp. 50 –58, Hejnice, January 2002, Jednota českých matematiků a fyziků, Prague.
- [21] Ursíny, P.; Moučková, E.; Jirásková, P.: *New knowledge about relation between yarn mass irregularity and surface unevenness*. Book of Proceedings of 4<sup>nd</sup> international Textile, Clothing & Design conference - Magic World of Textile, p. 541-546, ISBN: 978-953-7105-26-6, October 2008, Dubrovnik, Croatia, Faculty of Textile Technology, University of Zagreb, Zagreb, Croatia, (2008).
- [22] Jirásková, P.; Moučková, E.: *Manuál k programu Norma\_nestejnomyernost\_tkaniny\_m*, Technická univerzita v Liberci, 2009.
- [23] Jirásková, P.; Moučková, E.: *Interní norma Metodika zjišťování nestejnomyernosti obrazů tkanin*, Technická univerzita v Liberci, 2009.

